Laboratório de Linguagens de Programação
Prof. Andrei Rimsa Álvares

Trabalho Prático I

1. Objetivo

O objetivo desse trabalho é desenvolver um interpretador para um subconjunto de uma linguagem de programação conhecida. Para isso foi criada *miniLua*, uma linguagem de programação de brinquedo baseada em Lua (https://www.lua.org). Ela possui suporte a tipos dinâmicos lógicos, numéricos (ponto-flutuante), strings e tabelas.

2. Contextualização

A seguir é dado um exemplo de utilização da linguagem *miniLua*. O programa passo a passo uma expressão aritmética dada.

```
-- Tabela com os operadores suportados.
ops = { ["+"] = "add", ["-"] = "sub", ["*"] = "mul", ["/"] = "div" }

-- Tabela de estatisticas com os nomes das operacoes.
stats = {}
for symbol, op in ops do
  stats[op] = 0
end

-- Uma tabela com as expressoes.
exp = {}

--[[
  Entrada de dados de uma expressao, onde cada elemento e dado em uma linha separada.
  O processo termina se a entrada for vazia.
--]]
print("Entre com uma expressao:")
repeat
  v = read("  Proximo elemento: ")
  if v ~= "" then
    exp[#exp+1] = v
  end
until v == ""

-- Calculo passo a passo da expressao dada.
print("Operacoes:")
res = exp[1]
for i=2,#exp-1,2 do
  op = ops[exp[i]]
  next = tonumber(exp[i+1]) or 0

  if op then
    if op == "add" then
      tmp = res + next
    elseif op == "sub" then
      tmp = res - next
    elseif op == "mul" then
      tmp = res * next
    elseif op == "div" then
      tmp = res / next
    end
```

```
    print("  " .. op .. "(" .. res .. ", " .. next .. "): " .. tmp)
    res = tmp

    stats[op] = stats[op] + 1
  else
    print("  ???(" .. res .. ", " .. next .. "): erro")
    res = 0
  end
end

-- Imprimir estatisticas.
print()
print("Estatisticas:")
print("  " .. stats.add .. (stats.add == 1 and " adicao" or " adicoes"))
print("  " .. stats.sub .. (stats.sub == 1 and " substracao" or " subtracoes"))
print("  " .. stats.mul .. (stats.mul == 1 and " multiplicacao" or " multiplicacoes"))
print("  " .. stats.div .. (stats.div == 1 and " divisao" or " divisoes"))
```

calc.ml

A linguagem *miniLua* possui escopo global para as variáveis. Ela suporta os seguintes tipos primitivos: nulo (**nil**), lógico (**false**/**true**), numérico (números em ponto-flutuante), strings (sequência de caracteres entre aspas duplas) e tabela (estrutura de dados que guarda valores indexados por qualquer tipo, exceto **nil**, separados por vírgulas entre abre e fecha chaves). Valores não inicializados devem ser considerados como **nil**. A linguagem possui conversões implícitas dependendo do operador utilizado (se não for possível fazer a conversão deve-se gerar um erro tempo de execução). Operadores relacionais funcionam apenas com números, exceto os operadores de igualdade (==) e diferença (~=), que funcionam também com outros tipos. Não devem ser feitas conversões implícitas de tipos em expressões condicionais; se os tipos forem diferentes a igualdade obtém falso. Em expressões lógicas, é considerado falso apenas **nil** e a constante lógica **false**.

Tabelas são as estruturas de dados mais importante da linguagem. Ela indexa valores usando índices de qualquer tipo, exceto **nil**. A tabela é dinâmica, ou seja, novos elementos podem ser adicionados a ela e também removidos dela, se a uma chave for atribuída o valor **nil**. Não existem cópias de tabela quando há atribuição de variáveis; variáveis são meros apontadores para elas. Se índices não forem especificados na criação da tabela, assume-se que os valores são indexados a partir do índice 1 (e não em 0 como em outras linguagens). Os valores da tabela podem ser acessados via sintaxe de colchetes (por exemplo, **tbl[1]** ou **tbl["one"]**), ou via sintaxe de propriedades (por exemplo: **tbl.one**). Note que a propriedade tem que ter um nome válido (por exemplo, não é possível usar **tbl.1** ou **tbl.+**).

A linguagem possui comentários de uma linha, onde são ignorados qualquer sequência de caracteres após a sequência -- (menos menos). Ela também possui comentários multilinhas entre --[[e --]]. A linguagem possui as seguintes características:

1) **Comandos:**
    a. `if`: executar comandos se a expressão for verdadeira.
    b. `while`: repetir comandos enquanto a expressão for verdadeira.
    c. `repeat`: executar comandos e repetir se a expressão for falsa.
    d. `for`: possui duas sintaxes, **numérico** e **genérico**:

númerico: *for var=expr1,expr2,expr3 do ... end* (itera de expr1 até expr2 usando exp3 como passo para incrementar var; expr3 é opcional, assume-se o valor 1 se não estiver presente).

genérico: *for var1, var2 in expr do ... end* (expr deve ser uma tabela, onde cada iteração var1 recebe um índice e var2 seu valor correspondente; var2 é opcional, assim apenas a chave var1 é usada).

e. `print`: imprimir na tela com nova linha.
f. **atribuição**: atribuir os valores das expressões do lado direito às expressões do lado esquerdo. As quantidades de ambos os lados não necessariamente precisam ser iguais.
   Ex.: *min, max = max, min;* (trocam-se seus valores).
   a, b, c = 5, 10; (a recebe 5, b recebe 10 e c recebe nil).
   x, y = 1, 2, 3; (x recebe 1, y recebe 2 e o valor 3 não é utilizado).

2) **Constantes:**
   a. **nil**: valor nulo.
   b. **Lógico:** valores **false** e **true**.
   c. **Número**: valores formados por números em ponto flutuante.
   d. **String:** uma sequência de caracteres entre aspas duplas.
   e. **Tabela:** elementos separados por vírgulas entre abre e fecha chaves. Os valores são indexados usando sintaxe de colchetes (*tbl["one"]*) ou usando a sintaxe de propriedades (*tbl.one*). O índice pode ser de qualquer tipo, exceto **nil**. A tabela pode ser inicializada vazia, com valores (indexados a partir do índice 1), ou com pares chave/valor, ou com uma combinação dessas.
      Ex.: *tbl = {}*
      tbl = { "one", "two", "three" }
      tbl = { ["one"] = 1, ["two"] = 2, ["three"] = 3 }

3) **Valores:**
   a. Variáveis (começam com _ ou letras, seguidos de _, letras ou dígitos).
   b. Literais (números, strings e lógicos).
   c. Dinâmicos (tabelas).

4) **Operadores:**
   a. **Numéricos:** `+` (adição), `-` (subtração), `*` (multiplicação), `/` (divisão), `%` (resto).
   b. **String:** `..` (concatenação)
   c. **Lógico:** `==` (igualdade), `~=` (diferença), `<` (menor, entre números), `>` (maior, entre números), `<=` (menor igual, entre números), `>=` (maior igual, entre números), `not` (negação).
   d. **Conector**: `and` (E), `or` (OU); ambos usam curto-circuito.

5) **Funções:**
   a. **read:** ler uma linha do teclado, sem o caracter de nova linha (\n).
   b. **tonumber:** converter número ou string em número, **nil** se não for possível ou for outro tipo.
   c. **tostring:** converter lógico, número ou string em string, **nil** se for outro tipo.

Laboratório de Linguagens de Programação
Prof. Andrei Rimsa Álvares

3. Gramática

A gramática da linguagem *miniLua* é dada a seguir no formato de Backus-Naur estendida (EBNF):

```
<code>     ::= { <cmd> }
<cmd>      ::= (<if> | <while> | <repeat> | <for> | <print> | <assign>) [';']

<if>       ::= if <expr> then <code> { elseif <expr> then <code> } [ else <code> ] end

<while>    ::= while <expr> do <code> end
<repeat>   ::= repeat <code> until <expr>
<for>      ::= for <name> (('=' <expr> ',' <expr> [',' <expr>]) | ([',' <name>] in <expr>)) do <code> end

<print>   ::= print '(' [ <expr> ] ')'
<assign>   ::= <lvalue> { ',' <lvalue> } '=' <expr> { ',' <expr> }

<expr>     ::= <rel> { (and | or) <rel> }
<rel>      ::= <concat> [ ('<' | '>' | '<=' | '>=' | '~=' | '==') <concat> ]
<concat>   ::= <arith> { '..' <arith> }
<arith>    ::= <term> { ('+' | '-') <term> }
<term>     ::= <factor> { ('*' | '/' | '%') <factor> }
<factor>   ::= '(' <expr> ')' | [ '-' | '#' | not] <rvalue>

<lvalue>   ::= <name> { '.' <name> | '[' <expr> ']' }
<rvalue>   ::= <const> | <function> | <table> | <lvalue>

<const>     ::= <number> | <string> | false | true | nil
<function> ::= (read | tonumber | tostring) '(' [ <expr> ] ')'

<table>    ::= '{' [ <elem> { ',' <elem> } ] '}'
<elem>     ::= [ '[' <expr> ']' '=' ] <expr>
```

4. Instruções

Deve ser desenvolvido um interpretador em linha de comando que recebe um programa-fonte na linguagem *miniLua* como argumento e executa os comandos especificados pelo programa. Por exemplo, para o programa *calc.ml* deve-se produzir uma saída semelhante a:

```
$ ./mli calc.ml
Usage: ./mrbi [miniLua file]
$ ./mli calc.ml
Entre com uma expressao:
  Proximo elemento: 3
  Proximo elemento: *
  Proximo elemento: 4
  Proximo elemento: +
  Proximo elemento: 5
  Proximo elemento: /
  Proximo elemento: 2
```

```
Operacoes:
  mul(3, 4): 12
  add(12, 5): 17
  div(17, 2): 8.5

Estatisticas:
  1 adicao
  0 subtracoes
  1 multiplicacao
  1 divisao
```

O programa deverá abortar sua execução, em caso de qualquer erro léxico, sintático ou semântico, indicando uma mensagem de erro. As mensagens são padronizadas indicando o número da linha (2 dígitos) onde ocorreram:

Tipo de Erro	**Mensagem**
Léxico	Lexema inválido [*lexema*]
	Fim de arquivo inesperado
Sintático	Lexema não esperado [*lexema*]
	Fim de arquivo inesperado
Semântico	Operação inválida

Exemplo de mensagem de erro:

```
$ ./mli erro.ml
03: Lexema não esperado [;]
```

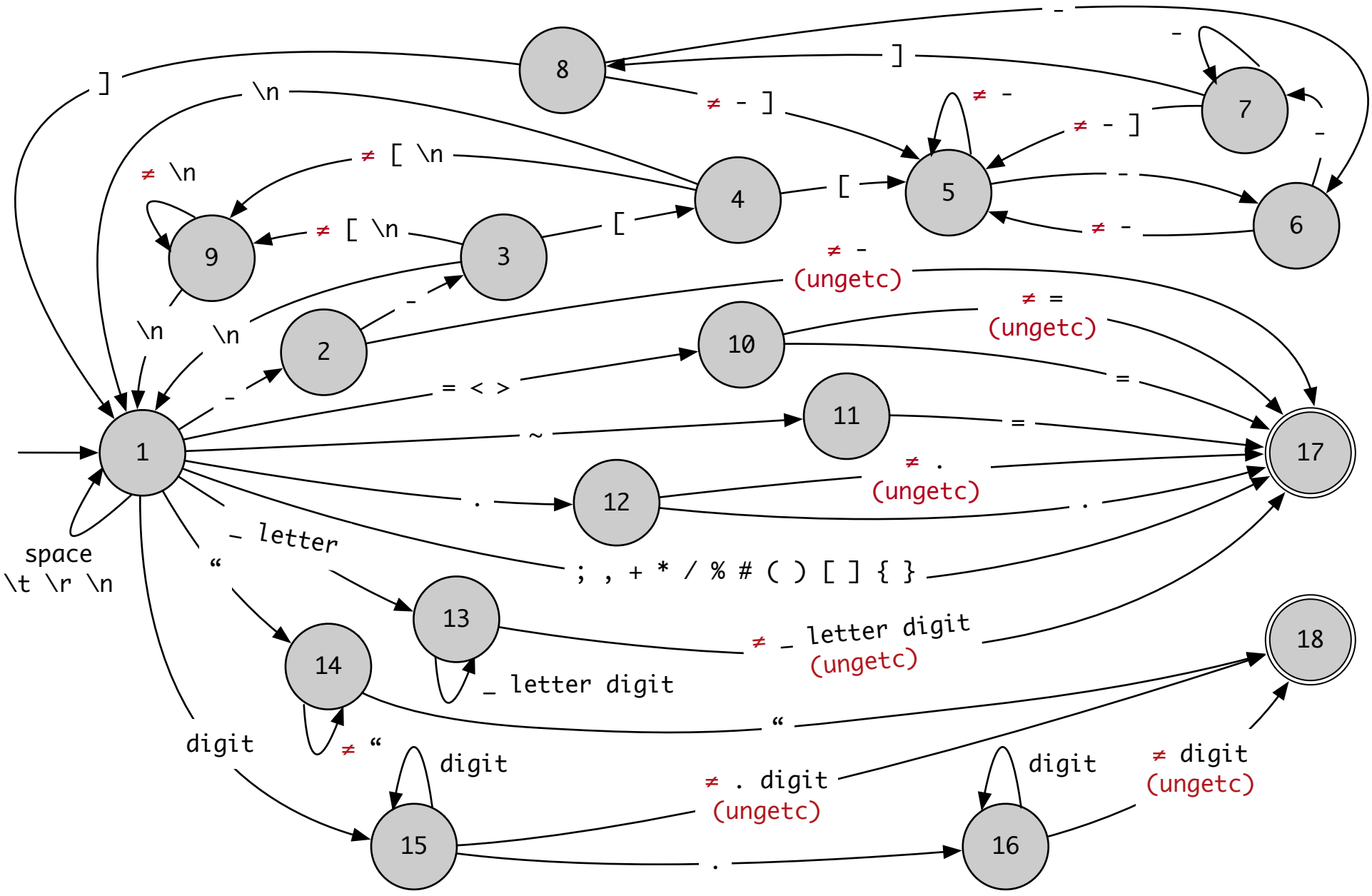
5. Avaliação

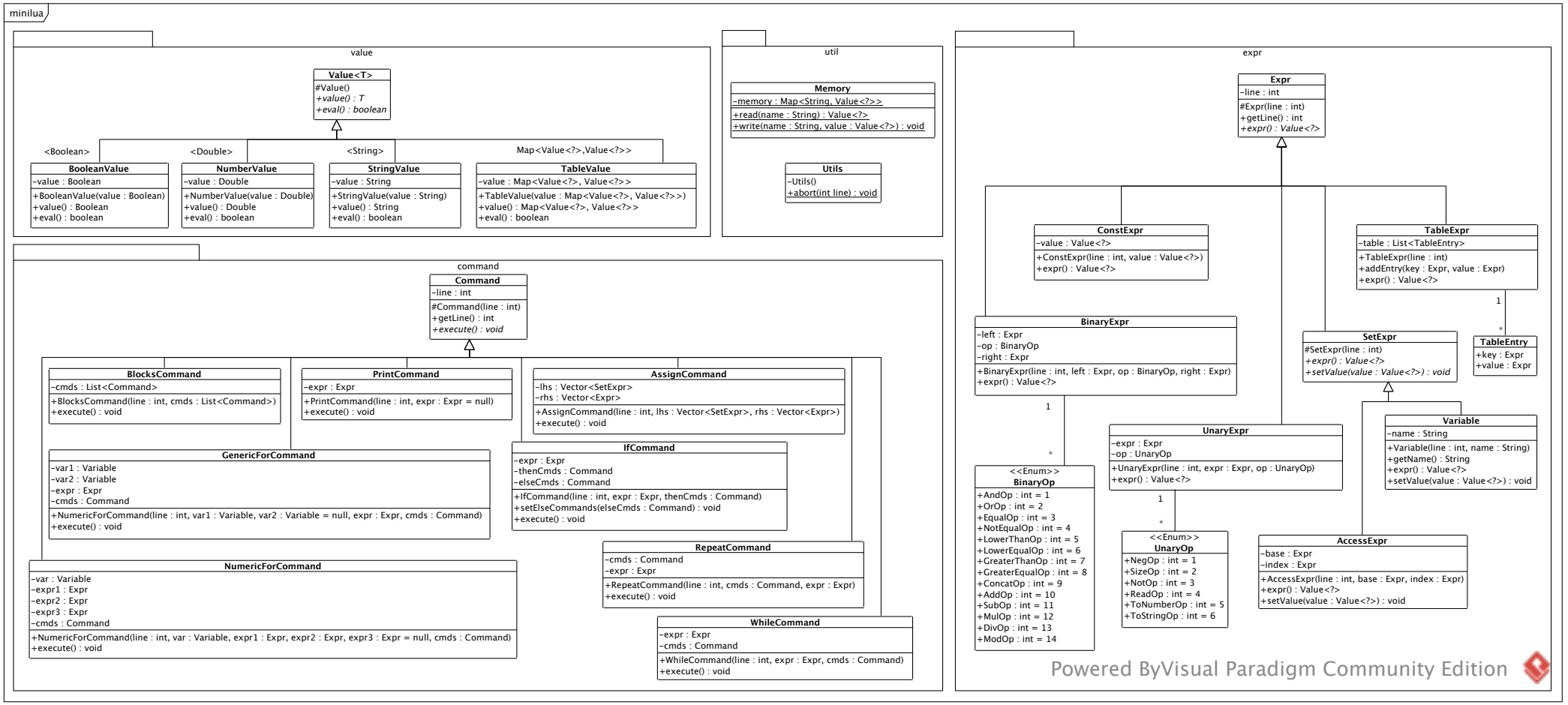
O trabalho deve ser feito em grupo de até dois alunos, sendo esse limite superior estrito. O trabalho será avaliado em 15 pontos, onde essa nota será multiplicada por um fator entre 0.0 e 1.0 para compor a nota de cada aluno individualmente. Esse fator poderá estar condicionado a apresentações presenciais a critério do professor. A avaliação é feita exclusivamente executando casos de testes criados pelo professor. Portanto, códigos que não compilam ou não funcionam serão avaliados com nota **ZERO**.

Trabalhos copiados, parcialmente ou integralmente, serão avaliados com nota **ZERO**, sem direito a contestação. Você é responsável pela segurança de seu código, não podendo alegar que outro grupo o utilizou sem o seu consentimento.

6. Submissão

O trabalho deverá ser submetido até as 23:59 do dia 22/12/2021 (quarta-feira) via sistema acadêmico em pasta específica. Não serão aceitos, em hipótese alguma, trabalhos enviados por e-mail ou por quaisquer outras fontes. Para trabalhos feitos em dupla, deve-se criar um arquivo README na raiz do projeto com os nomes dos integrantes da dupla. **A submissão deverá ser feita apenas por um dos integrantes da dupla.**


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
space
\t \r \n
\n
≠ \n
≠ [\n
[
]
≠ -]
-
≠ -
= < >
~
.
– letter
“
digit
_ letter digit
≠ “
≠ _ letter digit
(ungetc)
; , + * / % # ( ) [ ] { }
≠ =
≠ .
≠ . digit
≠ digit


minilua
value
Value<T>
#Value()
+value() : T
+eval() : boolean
<Boolean>
<Double>
<String>
Map<Value<?>,Value<?>>
BooleanValue
-value : Boolean
+BooleanValue(value : Boolean)
+value() : Boolean
+eval() : boolean
NumberValue
-value : Double
+NumberValue(value : Double)
+value() : Double
+eval() : boolean
StringValue
-value : String
+StringValue(value : String)
+value() : String
+eval() : boolean
TableValue
-value : Map<Value<?>, Value<?>>
+TableValue(value : Map<Value<?>, Value<?>>)
+value() : Map<Value<?>, Value<?>>
+eval() : boolean
util
Memory
-memory : Map<String, Value<?>>
+read(name : String) : Value<?>
+write(name : String, value : Value<?>) : void
Utils
-Utils()
+abort(int line) : void
command
Command
-line : int
#Command(line : int)
+getLine() : int
+execute() : void
BlocksCommand
-cmds : List<Command>
+BlocksCommand(line : int, cmds : List<Command>)
+execute() : void
PrintCommand
-expr : Expr
+PrintCommand(line : int, expr : Expr = null)
+execute() : void
AssignCommand
-lhs : Vector<SetExpr>
-rhs : Vector<Expr>
+AssignCommand(line : int, lhs : Vector<SetExpr>, rhs : Vector<Expr>)
+execute() : void
GenericForCommand
-var1 : Variable
-var2 : Variable
-expr : Expr
-cmds : Command
+NumericForCommand(line : int, var1 : Variable, var2 : Variable = null, expr : Expr, cmds : Command)
+execute() : void
IfCommand
-expr : Expr
-thenCmds : Command
-elseCmds : Command
+IfCommand(line : int, expr : Expr, thenCmds : Command)
+setElseCommands(elseCmds : Command) : void
+execute() : void
RepeatCommand
-cmds : Command
-expr : Expr
+RepeatCommand(line : int, cmds : Command, expr : Expr)
+execute() : void
NumericForCommand
-var : Variable
-expr1 : Expr
-expr2 : Expr
-expr3 : Expr
-cmds : Command
+NumericForCommand(line : int, var : Variable, expr1 : Expr, expr2 : Expr, expr3 : Expr = null, cmds : Command)
+execute() : void
WhileCommand
-expr : Expr
-cmds : Command
+WhileCommand(line : int, expr : Expr, cmds : Command)
+execute() : void
expr
Expr
-line : int
#Expr(line : int)
+getLine() : int
+expr() : Value<?>
ConstExpr
-value : Value<?>
+ConstExpr(line : int, value : Value<?>)
+expr() : Value<?>
TableExpr
-table : List<TableEntry>
+TableExpr(line : int)
+addEntry(key : Expr, value : Expr)
+expr() : Value<?>
1
*
TableEntry
+key : Expr
+value : Expr
BinaryExpr
-left : Expr
-op : BinaryOp
-right : Expr
+BinaryExpr(line : int, left : Expr, op : BinaryOp, right : Expr)
+expr() : Value<?>
SetExpr
#SetExpr(line : int)
+expr() : Value<?>
+setValue(value : Value<?>) : void
1
*
<<Enum>>
BinaryOp
+AndOp : int = 1
+OrOp : int = 2
+EqualOp : int = 3
+NotEqualOp : int = 4
+LowerThanOp : int = 5
+LowerEqualOp : int = 6
+GreaterThanOp : int = 7
+GreaterEqualOp : int = 8
+ConcatOp : int = 9
+AddOp : int = 10
+SubOp : int = 11
+MulOp : int = 12
+DivOp : int = 13
+ModOp : int = 14
UnaryExpr
-expr : Expr
-op : UnaryOp
+UnaryExpr(line : int, expr : Expr, op : UnaryOp)
+expr() : Value<?>
Variable
-name : String
+Variable(line : int, name : String)
+getName() : String
+expr() : Value<?>
+setValue(value : Value<?>) : void
1
*
<<Enum>>
UnaryOp
+NegOp : int = 1
+SizeOp : int = 2
+NotOp : int = 3
+ReadOp : int = 4
+ToNumberOp : int = 5
+ToStringOp : int = 6
AccessExpr
-base : Expr
-index : Expr
+AccessExpr(line : int, base : Expr, index : Expr)
+expr() : Value<?>
+setValue(value : Value<?>) : void
Powered ByVisual Paradigm Community Edition