

Paradigmas de Linguagens de Programação

Linguagens de Programação Funcionais

Cristiano Lehrer, M.Sc.

Introdução (1/3)

- É uma categoria de linguagens não-imperativas.
- Imperativas:
 - Uso eficiente das arquiteturas de computadores de Von Neumann.
- A arquitetura não deveria ser uma restrição no processo de desenvolvimento de software.
- Alguns outros paradigmas existem:
 - Não são eficientes.
 - Não dominam o mercado.

Introdução (2/3)

- O paradigma de programação funcional é baseado em funções matemáticas.
- LISP iniciou como uma linguagem funcional pura, mas adquiriu algumas características imperativas.
- Outras linguagens:
 - Schema, Common LISP, ML, Miranda.

Introdução (3/3)

- Uma linguagem funcional provê:
 - Conjunto de primitivas.
 - Conjunto de formas funcionais para construir funções complexas a partir das funções primitivas.
 - Operações de aplicação de funções.
 - Alguma forma de armazenamento de dados.

LISP

- Família de linguagens de programação concebida por John McCarthy em 1958.
- A mais antiga e mais amplamente usada.
- LISP – **List Processing** (a lista é a estrutura de dados fundamental desta linguagem).
- Com exceção da primeira versão, todos os dialetos incluem algumas características de linguagens imperativas:
 - Variáveis.
 - Instruções de atribuição.
 - Iteração.

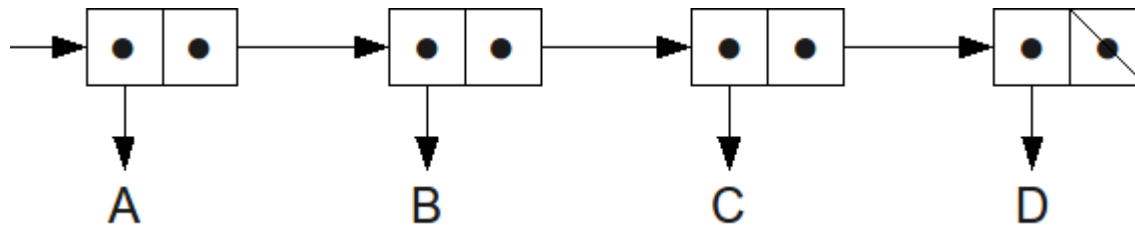
Tipos de Dados e Estruturas (1/3)

- LISP é uma linguagem sem tipos.
- Dois tipos de objetos de dados:
 - Átomos:
 - São os símbolos de LISP.
 - Listas:
 - São as estruturas de dados.



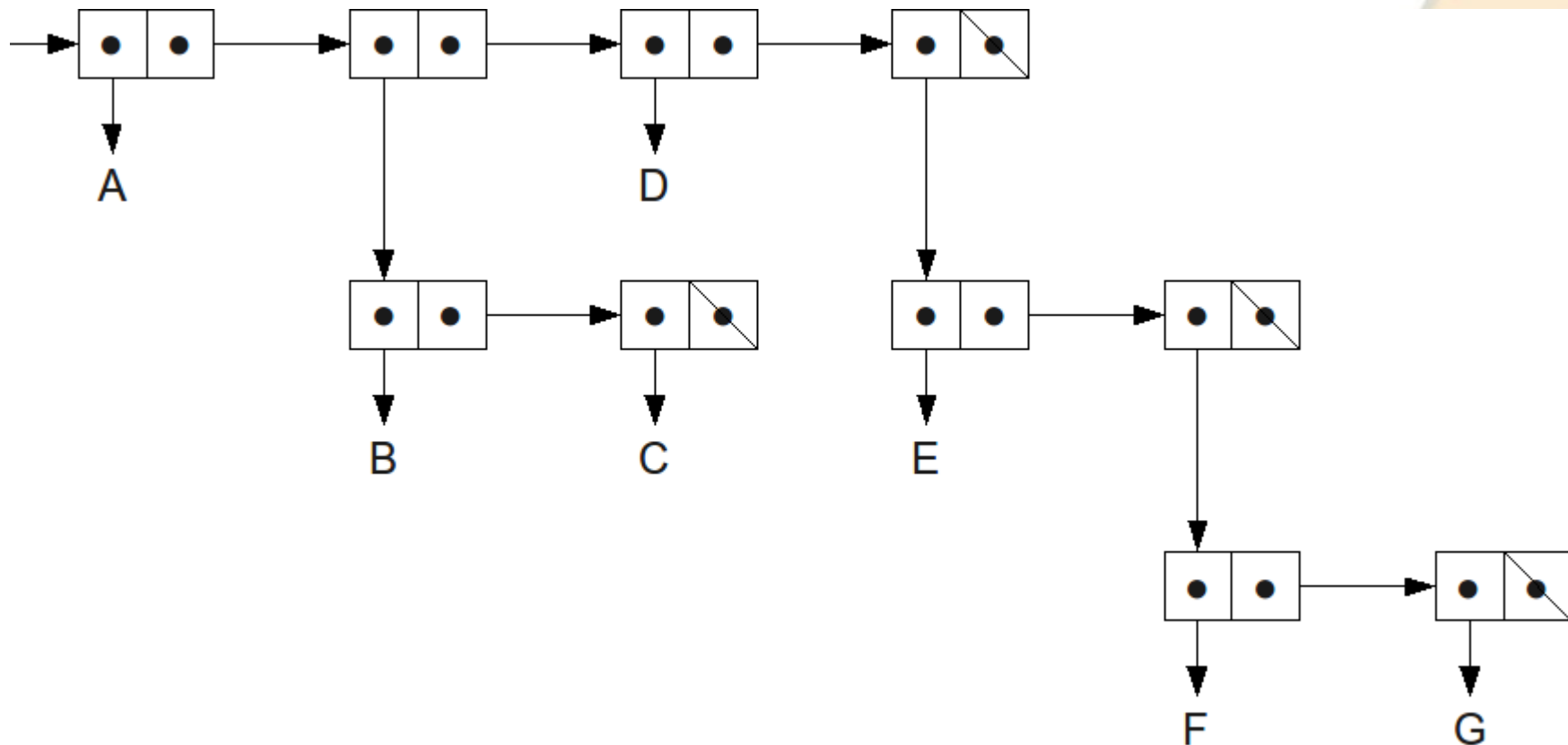
Tipos de Dados e Estruturas (2/3)

- Listas são especificadas delimitando seus elementos por parêntesis:
 - (A B C D)



Tipos de Dados e Estruturas (3/3)

- Estruturas de listas aninhadas são também permitidas:
 - (A (B C) D (E (F G)))



Aplicações

- LISP é versátil e poderosa.
- LISP foi desenvolvida para computação simbólica e aplicações de processamento de listas.
- Editor de texto escrito em LISP: EMACS
- Cálculos simbólicos: MACSYMA
- Ensino introdutório de programação.
- LISP na Inteligência Artificial:
 - Sistemas Especialistas.
 - Representação do conhecimento.
 - Aprendizado de máquina.
 - Processamento de linguagem natural.
 - Sistemas de treinamento inteligente.
 - Modelagem da fala e visão.

Comparação

- Linguagem Imperativa:
 - Gerência de variáveis e atribuição de valores.
 - Eficiência.
 - Construção de programas requer mais tempo e esforço.
- Linguagem Funcional:
 - Não se preocupa com variáveis.
 - Ineficiência.
 - Programação em altíssimo nível:
 - Não requer muito tempo e esforço (principal vantagem).
 - Sintaxe muito simples:
 - Estrutura de listas.
 - Semântica também simples:
 - Tudo são listas.

Exemplo Introdutório de LISP



```
> 14 ;calcule o valor deste símbolo
14
> '14 ;dê o símbolo sem calcular o valor
14
> (setq a 20) ;dê o valor 20 a variável 'a'
20
> a ;valor de a
20
> 'a ;volte o símbolo sem calcular o valor
A
> (+ 1 2 3 4 5) ;dê a soma destes números
15
> (+ 1(- 12 6)) ;calcule
7
> (defun somasub (a b c)(+ a (- b c))) ;define uma nova função
SOMASUB ;responde que entendeu a nova função
> (somasub 1 12 6)
7
> (exit) ;sai do LISP
```

Função EVAL

- Se nada for dito, LISP supõe que todo átomo é o nome de uma função e para indicar que não é o caso, existe a função inversa do **eval**, chamado **quote**, representada frequentemente por uma aspa simples:

```
> (a b c)
Error: The function "A" is undefined.
> '(a b c)
(A B C)
> (quote(a b c))
(A B C)
```

Seletores CAR e CDR

- `(car lista)`
 - Retorna o primeiro elemento de uma lista.
- `(cdr lista)`
 - Retorna a lista sem o primeiro elemento.

```
> (car '(a b c))
```

A

```
> (car '((a b) c d))
```

(A B)

```
> (car 'a)
```

Error: The argument to CAR is not a CONS

```
> (cdr '(a b c))
```

(B C)

```
> (cdr '())
```

NIL

```
> (car (cdr '(meu gato preto está dormindo)))
```

GATO

Atribuição

- Corresponde ao que em outras linguagens é uma inicialização de variável, bom costume em muitas linguagens, tais como Pascal, C++ e Java, e mau estilo em LISP.

```
> (set 'a '(s d e))  
  (S D E)
```

```
> (car a)  
  S
```

```
> (car 'a)
```

Error: The argument to CAR is not a CONS

Função Construtora

- Esta função tem por argumentos um átomo ou lista e coloca o átomo ou lista como primeiro elemento da nova lista.

```
> (cons 'meu '(gato preto))  
  (MEU GATO PRETO)  
> (cons '(a) '(b))  
  ((A) B)  
> (cons '(gato preto) '(sobre PC))  
  ((GATO PRETO) SOBRE PC)  
> (append '(a s) '(d e f))  
  (A S D E F)
```

Predicados (1/3)

- **atom**

- Retorna **T** se o que se segue é um átomo, e **NIL** caso contrário.

```
> (set 'a '(s d e))
```

```
(S D E)
```

```
> (atom a)
```

```
NIL
```

```
> (atom 'a)
```

```
T
```

```
> (atom ())
```

```
T
```

```
> (atom '())
```

```
T
```

```
> (atom '(()))
```

```
NIL
```

Predicados (2/3)

- **null**

- Retorna **T** se o que se segue é **NIL**, e **NIL** caso contrário.

```
> (set 'a '(s d e))
```

```
(S D E)
```

```
> (null a)
```

```
NIL
```

```
> (null 'a)
```

```
NIL
```

```
> (null '())
```

```
T
```

```
> (null (cdr '(b)))
```

```
T
```

Predicados (3/3)

- **eq1**

- Determina se dois elementos atômicos são iguais;
- Dado listas por argumento retornará **NIL**, mesmo que as listas sejam iguais.

```
> (set 'a '(s d e))
```

```
(S D E)
```

```
> (eq1 (car a) 's)
```

```
T
```

```
> (eq1 '(a s d) '(a s d))
```

```
NIL
```

```
> (eq1 'ram 'rom)
```

```
NIL
```

```
> (eq1 a '(s d e))
```

```
NIL
```

Condicional (1/2)

```
(cond (causa_1 consequencia_1)
      (causa_2 consequencia_2)
      (causa_n consequencia_n))
```

```
> (setq y 70)
```

70

```
> (cond ((> y 65)(setq j 4))
      ((> y 21)(setq j 3))
      ((> y 10)(setq j 2))
      (T      (setq j 1)))
```

4

Condicional (2/2)

```
(if (test)
    (then part)
    (else part))
```

```
> (setq y 70)
```

70

```
> (if (> y 65)
      (setq j 4)
      (if (> y 21)
          (setq j 3)
          (if (> y 10)
              (setq j 2)
              (setq j 1)))))
```

4

Funções (1/5)

```
(defun nome (arg_1 arg_2 arg_n)
  tarefa_1
  tarefa_2
  tarefa_n)
```

```
> (defun quadrado(x)
    (* x x))
```

QUADRADO

```
> (quadrado 5)
25
```

Funções (2/5)

```
> (defun fatorial(n)
  (if (zerop n)
      1
      (* n (fatorial(- n 1)))))
```

FATORIAL

```
> (fatorial 3)
```

6

```
> (fatorial 10)
```

3628800



Funções (3/5)

```
> (defun conta(lst)
    (if (null lst)
        0
        (+ 1 (conta (cdr lst)))))
```

CONTA

```
> (conta '(a b c))
3
```

Funções (4/5)

```
> (defun soma(lst)
    (if (null lst)
        0
        (+ (car lst) (soma (cdr lst)))))
```

```
SOMA
> (soma '(1 2 3))
6
```

Funções (5/5)

```
> (defun pertence(elt lst)
  (if (null lst)
      nil
      (if (eql elt (car lst))
          T
          (pertence elt (cdr lst)))))
```

PERTECE

```
> (setq lista '(a s d f g))
```

(A S D F G)

```
> (pertence 'd lista)
```

T

```
> (pertence 'x lista)
```

NIL

Executar comandos LISP no JAVA

```
Jatha myLisp = new Jatha(false, false);  
myLisp.init();  
myLisp.start();  
System.out.println(myLisp.eval("(+ 1 2 3 4 5)"));  
// 15
```

Inserir Novas Primitivas (1/6)

```
public class Even extends LispPrimitive {
    public Even(Jatha lisp) {
        super(lisp, "EVEN", 1);
    }
    public void Execute(SECDMachine machine) throws CompilerException {
        LispValue arg1 = machine.S.pop();
        if(arg1.basic_numberp()) {
            long number1 = (long)arg1.toJava();
            if((number1 % 2) == 0) {
                machine.S.push(f_lisp.T);
            }
            else {
                machine.S.push(f_lisp.NIL);
            }
        }
        else {
            machine.S.push(f_lisp.NIL);
        }
        machine.C.pop();
    }
}
```

Inserir Novas Primitivas (2/6)

```
Jatha myLisp = new Jatha(false, false);  
myLisp.init();  
myLisp.start();  
myLisp.COMPILER.Register(new Even(myLisp));  
System.out.println(myLisp.eval("(even 8)"));  
// T  
System.out.println(myLisp.eval("(even 9)"));  
// NIL
```

Inserir Novas Primitivas (3/6)

```
public class Remainder extends LispPrimitive {
    public Remainder(Jatha lisp) {
        super(lisp, "%", 2);
    }
    public void Execute(SECDMachine machine) throws CompilerException {
        LispValue arg2 = machine.S.pop();
        LispValue arg1 = machine.S.pop();

        long number1 = (long)arg1.toJava();
        long number2 = (long)arg2.toJava();

        machine.S.push(f_lisp.makeBignum(number1 % number2));

        machine.C.pop();
    }
}
```

Inserir Novas Primitivas (4/6)

```
Jatha myLisp = new Jatha(false, false);  
myLisp.init();  
myLisp.start();  
myLisp.COMPILER.Register(new Remainder(myLisp));  
System.out.println(myLisp.eval("(% 8 3)"));  
  
// 2  
  
System.out.println(myLisp.eval("(% 8 2)"));  
  
// 0
```

Inserir Novas Primitivas (5/6)

```
public class Sequence extends LispPrimitive {
    public Sequence(Jatha lisp) {
        super(lisp, "SEQUENCE", 1);
    }
    public void Execute(SECDMachine machine) throws CompilerException {
        LispValue arg = machine.S.pop();

        long number = (long)arg.toJava();

        List<LispValue> numbers = new LinkedList<>();

        for(int i = 0; i <= number; i++) {
            numbers.add(f_lisp.makeBignum(i));
        }

        machine.S.push(f_lisp.makeList(numbers));

        machine.C.pop();
    }
}
```

Inserir Novas Primitivas (6/6)

```
Jatha myLisp = new Jatha(false, false);  
myLisp.init();  
myLisp.start();  
myLisp.COMPILER.Register(new Sequence(myLisp));  
System.out.println(myLisp.eval("(SEQUENCE 8)"));  
// (0 1 2 3 4 5 6 7 8)
```