Linguagens de Programação

Valores e Tipos de Dados

Bruno Lopes

Instituto de Computação
uff

Propriedades desejáveis

Legibilidade: A leitura do programa é facilmente compreendida?

Redigibilidade: A implementação reflete o algoritmo? A redação é sucinta?

Confiabilidade: É fácil detectar "enganos" do programador?

Eficiência: Roda rápido?

Facilidade de Aprendizado: É enxuta?

Ortogonalidade: Conceitos podem ser combinados livremente?

Reusabilidade: É possível aproveitar partes em outros programas?

Modificabilidade: É fácil alterar programas?

Portabilidade: Roda da forma esperada em diferentes plataformas?

Instituto de Computação

Dado

Definição

Qualquer entidade que existe durante uma computação.

Pode ser:

- avaliado
- armazenado
- incorporado em estrutura de dados
- passado como argumento
- retornado em função

Instituto de Computação

Dado

Definição

Qualquer entidade que existe durante uma computação.

Pode ser:

- avaliado
- armazenado
- incorporado em estrutura de dados
- passado como argumento
- retornado em função

Instituto de Computação

Dado

Definição

Qualquer entidade que existe durante uma computação.

Pode ser:

- avaliado
- armazenado
- incorporado em estrutura de dados
- passado como argumento
- retornado em função

Instituto de Computação

Tipos de dados

Pascal

- Números inteiros e reais
- caracteres
- sequências de caracteres
- valores lógicos
- registros
- arrays
- ponteiros
- ⋮

C

- Números inteiros e reais
- caracteres
- sequências de caracteres
- valores lógicos
- registros
- arrays
- ponteiros
- ⋮

Tipos podem ser simulados através de outros tipos!

Computação

Tipos de dados

Pascal

- Números inteiros e reais
- caracteres
- sequências de caracteres
- valores lógicos
- registros
- arrays
- ponteiros
- ⋮

C

- Números inteiros e reais
- caracteres
- sequências de caracteres
- valores lógicos
- registros
- arrays
- ponteiros
- ⋮

Tipos podem ser simulados através de outros tipos!

Tipos de dados

Pascal

- Números inteiros e reais
- caracteres
- sequências de caracteres
- valores lógicos
- registros
- arrays
- ponteiros
- ⋮

C

- Números inteiros e reais
- caracteres
- sequências de caracteres
- valores lógicos
- registros
- arrays
- ponteiros
- ⋮

Tipos podem ser simulados através de outros tipos!

Tipo

Definição

Um conjunto de valores.

Inteiros

{. . . ,-2,-1,0,1,2,. . . }

Reais

{. . . ,-2.0,. . . ,-1.3,. . . ,0.0,. . . ,1.7,. . . ,2.99,. . . }

Caracteres

{a',. . . ,'z','A',. . . ,'Z','0',. . . ,'9','$','.','(',. . . }

???

{a',. . . ,'z',0.0,. . . ,1,2,. . . }

Tipo

Definição

Um conjunto de valores.

Inteiros

$\{\ldots,-2,-1,0,1,2,\ldots\}$

Reais

$\{\ldots,-2.0,\ldots,-1.3,\ldots,0.0,\ldots,1.7,\ldots,2.99,\ldots\}$

Caracteres

$\{a',\ldots,'z','A',\ldots,'Z','0',\ldots,'9','\$','.','(',\ldots\}$

???

$\{a',\ldots,'z',0.0,\ldots,1,2,\ldots\}$

Tipo

Definição

Um conjunto de valores.

Inteiros

$\{\ldots,-2,-1,0,1,2,\ldots\}$

Reais

$\{\ldots,-2.0,\ldots,-1.3,\ldots,0.0,\ldots,1.7,\ldots,2.99,\ldots\}$

Caracteres

$\{a',\ldots,'z','A',\ldots,'Z','0',\ldots,'9','\$','.','(',\ldots\}$

???

$\{a',\ldots,'z',0.0,\ldots,1,2,\ldots\}$

Tipo

- Uma coleção de valores que têm alguma propriedade em comum
- Coleção de valores que exibe comportamento uniforme nas operações associadas ao tipo.

Tipo

tipo = valores + operações

Instituto de Computação

Tipo

- Uma coleção de valores que têm alguma propriedade em comum
- Coleção de valores que exibe comportamento uniforme nas operações associadas ao tipo.

Tipo

tipo = valores + operações

Instituto de Computação

Tipo

Tipo

tipo = valores + operações

T1 = ⟨C1,O1⟩ e T2 = ⟨C2,O2⟩

Se C1 = C2 e O1 ≠ O2 então T1 ≠ T2?
Se C1 ≠ C2 e O1 = O2 então T1 ≠ T2?

Instituto de Computação

Tipo

Por que tipos?

Evitar paradoxos!

Paradoxo de Russel

$R = \{x \mid x \notin R\}$

$R \in R?$

Instituto de Computação

Tipo

Por que tipos?

Evitar paradoxos!

Paradoxo de Russel

$R = \{x \mid x \notin R\}$

$R \in R?$

Instituto de Computação

Tipo

Por que tipos?

Evitar paradoxos!

Paradoxo de Russel

$R = \{x \mid x \notin R\}$
$R \in R?$

Instituto de Computação

Tipo

Em computação

- Ajudam a estruturar a solução do problema
- Ajudam a compreender expressões indicando o conjunto de valores que podem ser denotados por ela
- Ajudam a detectar erros: operações aplicadas a valores impróprios
- Ajudam a gerar códigos eficientes: representação adequada de valores

Instituto de Computação

Tipo

Em computação

- Ajudam a estruturar a solução do problema
- Ajudam a compreender expressões indicando o conjunto de valores que podem ser denotados por ela
- Ajudam a detectar erros: operações aplicadas a valores impróprios
- Ajudam a gerar códigos eficientes: representação adequada de valores

Instituto de Computação

Tipo

Em computação

- Ajudam a estruturar a solução do problema
- Ajudam a compreender expressões indicando o conjunto de valores que podem ser denotados por ela
- Ajudam a detectar erros: operações aplicadas a valores impróprios
- Ajudam a gerar códigos eficientes: representação adequada de valores

Instituto de Computação

Tipo

Em computação

- Ajudam a estruturar a solução do problema
- Ajudam a compreender expressões indicando o conjunto de valores que podem ser denotados por ela
- Ajudam a detectar erros: operações aplicadas a valores impróprios
- Ajudam a gerar códigos eficientes: representação adequada de valores

Instituto de Computação

Linguagens não-tipadas

Um único tipo

- LISP
- PERL
- SELF

```
(define a 1)
(define b 'casa')
(+ a b)
```

Instituto de Computação

Linguagens não-tipadas

Um único tipo

- LISP
- PERL
- SELF

```
(define a 1)
(define b 'casa')
(+ a b)
```

Instituto de Computação

Tipagem estática

Tempo de compilação

A informação a respeito do tipo está amarrada ao identificador, usualmente, pela declaração de variáveis.

```
var i: integer;
    a: char;
begin
   readln(i);
   readln(a);
   writeln(i+a);
end.
```

Instituto de Computação

Tipagem estática

Tempo de compilação

A informação a respeito do tipo está amarrada ao identificador, usualmente, pela declaração de variáveis.

```
var i: integer;
    a: char;
begin
   readln(i);
   readln(a);
   writeln(i+a);
end.
```

Instituto de Computação

Tipagem dinâmica

Tempo de compilação

Erros *eventualmente* detectados na execução. Todos os caminhos da execução devem ser testados para garantir a ausência de erros

a não definido

```
(if (= 1 1) 2 a)
(if (= 1 1) a 2)
```

Instituto de Computação

Tipagem dinâmica

Tempo de compilação

Erros *eventualmente* detectados na execução. Todos os caminhos da execução devem ser testados para garantir a ausência de erros

a não definido

```
(if (= 1 1) 2 a)
(if (= 1 1) a 2)
```

Instituto de Computação

Tipagem dinâmica

```
(define segundo(lambda(l) (car (cdr l))))
```

```
(segundo'(1 2 3))
(segundo '('(1 2 3) (4 5 6)))
(segundo '("manga" "abacaxi" 5 6))
```

Instituto de Computação

Tipagem dinâmica

```
(define segundo(lambda(l) (car (cdr l))))
```

```
(segundo'(1 2 3))
(segundo '('(1 2 3) (4 5 6)))
(segundo '("manga" "abacaxi" 5 6))
```

Instituto de Computação

Tipagem

Tipagem Estática

- ✔ Eficiência
- ✔ Segurança
- ✗ Flexibilidade

Tipagem Dinâmica

- ✗ Eficiência
- ✗ Segurança
- ✔ Flexibilidade

Instituto de Computação

Valor do tipo

Pertence ao conjunto de valores definido pelo tipo.

Expressão do tipo

O resultado da expressão pertence ao conjunto de valores definido pelo tipo.

Cardinalidade do tipo

Cardinalidade do conjunto de valores do tipo.

Instituto de Computação

Valor do tipo

Pertence ao conjunto de valores definido pelo tipo.

Expressão do tipo

O resultado da expressão pertence ao conjunto de valores definido pelo tipo.

Cardinalidade do tipo

Cardinalidade do conjunto de valores do tipo.

Instituto de Computação

Valor do tipo

Pertence ao conjunto de valores definido pelo tipo.

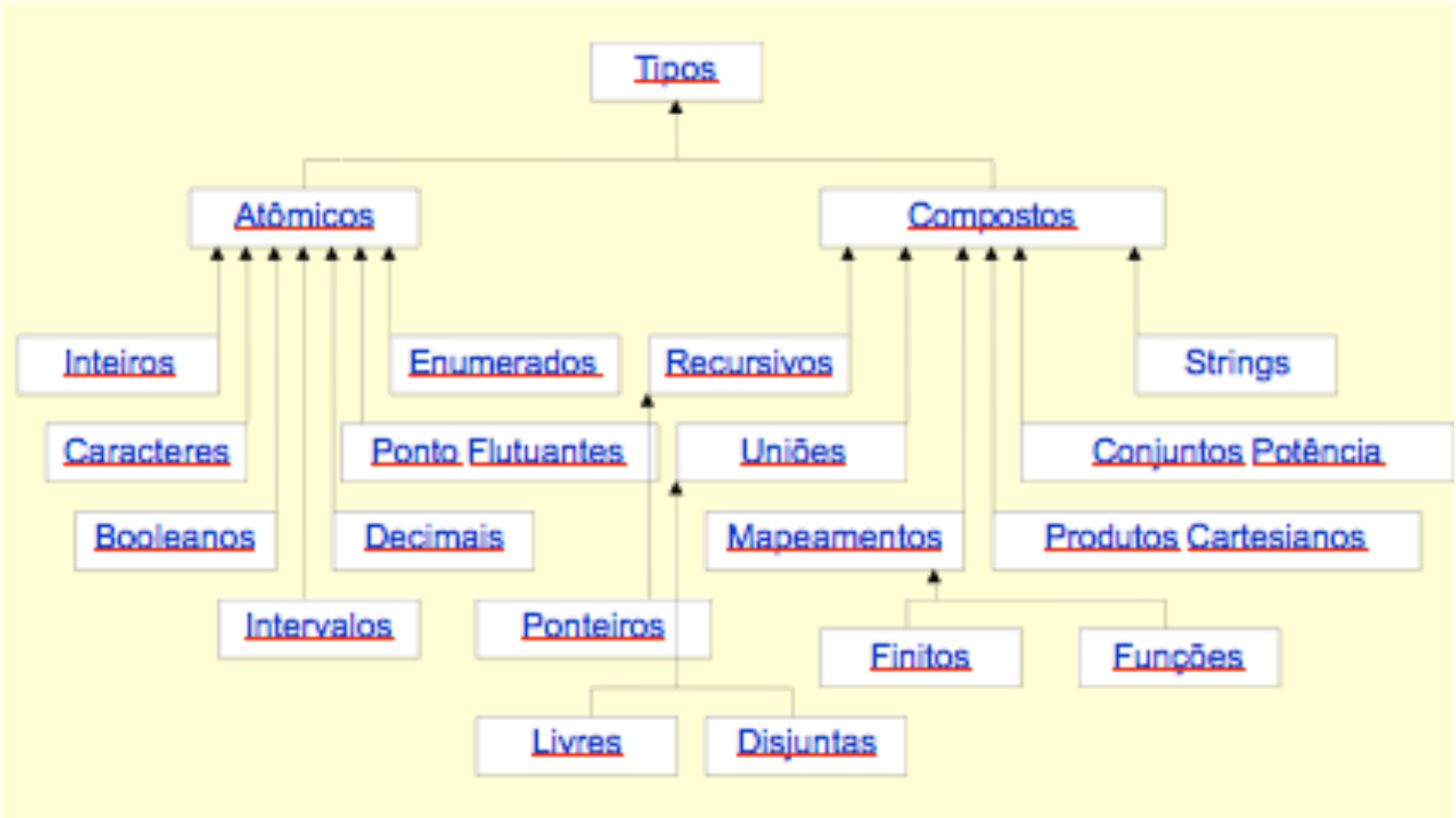
Expressão do tipo

O resultado da expressão pertence ao conjunto de valores definido pelo tipo.

Cardinalidade do tipo

Cardinalidade do conjunto de valores do tipo.

Instituto de Computação



Instituto de Computação

Tipos Primitivos (Atômicos)

Seus valores não podem ser decompostos em valores mais simples!

O conjunto de tipos primitivos costuma revelar o propósito da Linguagem de Programação.

FORTRAN

- Inteiros
- Reais
- Complexos
- ⋮

Instituto de Computação

Tipos Primitivos (Atômicos)

Seus valores não podem ser decompostos em valores mais simples!

O conjunto de tipos primitivos costuma revelar o propósito da Linguagem de Programação.

FORTRAN

- Inteiros
- Reais
- Complexos
- ⋮

Instituto de Computação

Tipos Primitivos (Atômicos)

Sofrem limitações diretas do *hardware* e entre implementações da mesma linguagem.

Inteiros em Pascal

[-32768,32767]

Inteiros em C

[-65536,65536]

Instituto de Computação

Tipos Primitivos (Atômicos)

Sofrem limitações diretas do *hardware* e entre implementações da mesma linguagem.

Inteiros em Pascal

[-32768,32767]

Inteiros em C

[-65536,65536]

Instituto de Computação

Tipos Primitivos (Atômicos)

Built-in: pré-definidos na linguagem

Definidos: definidos pelo programador

Discretos: em correspondência direta com os inteiros

Instituto de Computação