LISTAS

O que é uma lista?

Uma lista euma estrutura de dados que representa uma coleção de objetos homogêneos em sequência.

Para alcançar qualquer elemento, todos os anteriores a ele devem ser recuperados.

Em programação, uma lista vazia (representada por [ ] em Haskell) e a estrutura-base da existência de uma lista.

Listas em Haskell

Uma lista ecomposta sempre de dois segmentos: cabeça (*head*) e cauda (*tail*). A cabeça da lista esempre o primeiro elemento.

```
> ['a','b','c','d']
"abcd"
> 'a':['b','c','d']
"abcd"
```

['a', 'b', 'c', 'd'] 'a': ['b', 'c', 'd']

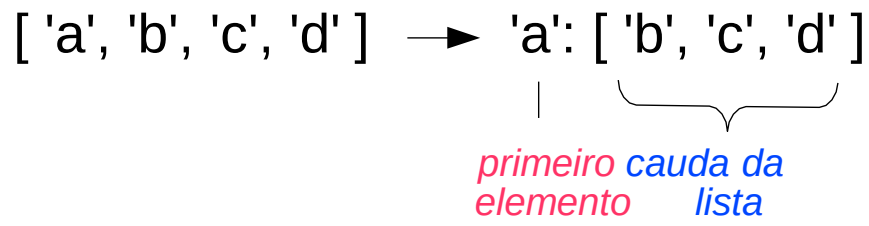
Operador (:)

O símbolo (:) e o operador de construção de listas. Toda lista e construída através deste operador.

O operador deve ser aplicado a argumentos de um mesmo tipo.

```
> 'a':['b','c','d']   → "abcd"
> 2:[4,6,8]   → [2,4,6,8]
```

Listas em Haskell




```
> 'a':['b','c','d'] → "abcd"
> 1:[2,3]  → [1,2,3]
> ['a','c','f'] == 'a':['c','f'] → True
> [1,2,3] == 1:2:3:[]  → True
> 1:[2,3] == 1:2:[3] → True
> "papel" == 'p':['a','p','e','l'] → True
```

Listas e Tipos

Uma lista euma coleção de elementos de um dado tipo. Para todo tipo t existe uma lista [t] para seus elementos.

```
>[1,2,3]::[Int]
[1,2,3]

>[True,True,False]::[Bol]
[True,True,False]

>[(1,2),(4,5),(0,8)]::[(Int,Int]
[(1,2),(4,5),(0,8)]

> [[2,3,4],[5],[],[3,3]]::[[Int]]
[[2,3,4],[5],[],[3,3]]
```

Listas bem formadas

Alguns exemplos de listas bem formadas são:

```
Letras::[Char]
Letras = ['a','b','c','z']

Inteiros::[Int]
Inteiros =[5,23,4,66]

Booleanos::[Bool]
Booleanos = [True, True, False]

Tuplas::[(Int,Char)]
Tuplas = [(2,'v'),(3,'g'),(5,'d')]

Palavras::[[Char]]
Palavras = ["ana", ['a','b','a']]
```

Escrevendo Listas

Pode-se definir uma lista indicando os limites inferior e superior de um conjunto conhecido, onde existe uma relação de ordem entre os elementos, no seguinte formato:

[<*limite-inferior*> .. <*limite-superior*>]

```
> [1..4]
[1,2,3,4]

> [1,3..6]
[1,3,5]

> [3.1..7]
[3.1,4.1,5.1,6.1,7.1]
```

```
> ['m'..'n']
"mn"

> ['a','d'..'p']
"adgjmp"

> [-1,-3..(-10)]
[-1,-3,-5,-7,-9]
```

Escrevendo Listas

Podemos definir qualquer progressão aritmética em uma lista utilizando a seguinte notação:

[*<1o. termo>*, *<2o. termo>* .. *<limite-superior>*]

```
> [7,6..3]
[7,6,5,4,3]

> [-5,2..16]
[-5,2,9,16]

> [1,1.1 .. 2]
[1.0,1.1,1.2,1.3,1.4,1.5,1.6,1.7,1.8,1.9,2.0]
```

```
> [6,5..0]
[6,5,4,3,2,1,0]

> [5,6..5]
[5]
```

Listas por Compreensão

A descrição de uma lista pode ser feita em termos dos elementos de uma outra lista. Por exemplo, temos a lista L1 = [2,4,7]. Uma lista definida por compreensão pode ser escrita:

```
>[ 2 * n |  n <- L1 ]
[4,8,14]
```

A lista resultante contém todos os elementos da lista L1, multiplicados por 2. Assim, podemos ler:

> *Obtenha todos os `2*n` dos elementos `n` contidos em `L1 = [2,4,7]`.*

Listas por Compreensão

Definição

A definição de listas por compreensão efeita por um construtor de listas que utiliza conceitos e notações da teoria dos conjuntos. Assim, para um conjunto A temos:

$$A = \{ E(x) \mid x \in C \ \wedge P_1(x) \wedge \ldots \wedge P_n(x) \ \}$$

sendo $E(x)$ uma expressão em x, C um conjunto inicial para os valores de x e os varios $P_i(x)$ são proposições em x.

O conjunto A e escrito em Haskell da seguinte forma:

```
A = [ E(x) | x <- lista, P1(x), ... , Pn(x) ]
```

Listas por Compreensão

O conjunto dos quadrados dos números inteiros edefinido pela expressão:

$$A = \{ x^2 \mid X \in \mathbb{N} \}$$

Em Haskell, podemos escrever *A* para listas finitas ou infinitas da seguinte forma:

```
listaQuad = [ x^2 | x <- [1..30] ]

listaQuadInf = [ x^2 | x <- [1..]]
```

Listas por Compreensão

```
listaQuad = [ x^2 | x <- [1..30] ]

>listaQuad
[1,4,9,16,25,36,49,64,81,100,121,144,169,196,225,256,289,
324,361,400,441,484,529,576,625,676,729,784,841,900]

listaQuadInf = [ x^2 | x <- [1..] ]

>listaQuadInf
[1,4,9,16,25,36,49,64,81,100,121,144,169,196,225,256,289,
324,361,400,441,484,529,576,625,676,729,784,841,900,961,
1024,1089,1156,1225,1296,1369,1444,1521,1600 {Interrupted!}

>elem 4 listaQuadInf
True
```

A função "elem" verifica se um elemento pertence à uma lista. Em caso positivo, retorna True, senão False.

Gerador e Expressões Booleanas

Na definição de lista por compreensão, o símbolo <- é chamado de gerador da lista, pois permite obter os dados através dos quais a nova lista será construída.

Os geradores podem ser combinados com um ou mais testes, que são expressões booleanas.

```
listaQuadPares =[x^2 | x <- [1..20], even x]

> listaQuadPares
[4,16,36,64,100,144,196,256,324,400]
```

Gerador e Expressões Booleanas

```
listaQuadParesSup =[x^2 | x <- [1..20], even x, x > 6]
```

```
>listaQuadParesSup
[64,100,144,196,256,324,400]
```

```
listaPares = [even x | x <- [1..20] ]
```

```
>listaPares
[False,True,False,True,False,True,False,Tru
e, False,True]
```

Listas com mais de um Gerador

Adicionalmente, é possível que mais de um gerador seja utilizado na definição de uma lista por compreensão:

```
> [ x*y | x <- [1,2,3], y <- [3,7,9]]
[3,7,9,6,14,18,9,21,27]

>[(x,y) | x <- [1,3,5], y <- [2,4,6], x < y]
[(1,2),(1,4),(1,6),(3,4),(3,6),(5,6)]

>[(x,y) | x <- [1..3], y <- [1..3] ]
[(1,1),(1,2),(1,3),(2,1),(2,2),(2,3),(3,1),(3,2),(
3,3)]

>[(x,y) | x <- [1..3], y <- [x..3] ]
[(1,1),(1,2),(1,3),(2,2),(2,3),(3,3)]
```

Utilização de listas por compreensão

Podemos utilizar a técnica de construção de listas por compreensão na codificação de programas.

```
{- A função "dobraPos" duplica todos os numeros
   positivos maiores que zero de uma lista -}

   dobraPos::[Int]->[Int]
   dobraPos xs = [2*x | x<-xs, x>0]


      >dobraPos [3,4,-1,0,5]
      [6,8,10]
```

Utilização de listas por compreensão

A função dobraPos pode ser também escrita através do construtor de listas (:) de forma recursiva:

```
-- Funçãodefinida através de lista por compreensão
dobraPos::[Int]->[Int]
dobraPos xs = [2*x | x<-xs, x>0]

-- Funçãorecursiva
dobraPosR::[Int]->[Int]
dobraPosR [] = []
dobraPosR (a:as) = if a > 0 then 2*a: dobraPosR as
                            else dobraPosR as
```

Utilização de listas por compreensão

A função "fatores" retorna cada um dos fatores de um número, e pode ser usada para verificar se um número e primo.

```
fatores n = [i | i<-[1..n], n `mod` i == 0]
```

```
> fatores 90
[1,2,3,5,6,9,10,15,18,30,45,90]
```

```
primo n = if (fatores n) == [1,n] then True
                                  else False
```

```
>primo 90
False
```

Funções Pré-definidas

A tabela abaixo relaciona algumas funções pré-definidas em Haskell para a manipulação de listas:

Função	Descrição	Exemplo
(++)	Concatena duas listas	> [1,2,3]++[4,5,6] [1,2,3,4,5,6]
concat	Recebe uma lista de listas e as concatena	> concat [[1,2],[3,4]] [1,2,3,4]
head	Retorna o primeiro elemento da lista	> head "abc" 'a'
tail	Retorna o corpo da lista	> tail "abc" "bc"
last	Retorna o ultimo elemento da lista	> last [4,3,2] 2

Funções Pré-definidas

Função	Descrição	Exemplo
elem	Verifica se um elemento pertence à lista	> elem 5 [1,5,10] True
null	Retorna verdadeiro (True) se uma lista e vazia	> null [] True
length	Retorna o tamanho de uma lista	> length "abcxyz" 6
(!!)	Operador de índice da lista, retorna o elemento mantido numa posição	> [1,3,5,7,9] !!0 1 > (!!)['b','g','r','w'] 3 'w'
replicate	Constroi uma lista pela replicação de um elemento	> replicate 4 'c' "cccc"
reverse	Inverte os elementos de uma lista	> reverse [4,5,2,2] [2,2,5,4]

Funções Pré-definidas

Função	Descrição	Exemplo
take	Gera uma lista com os *n* primeiros elementos da lista original	> take 2 ['d','f','g','r'] "df"
drop	Retira *n* elementos do in ıcio da lista	> drop 3 [3,3,4,4,5,5] [4,5,5]
takeWhile	Retorna o maior segmento inicial de uma lista que satisfaz uma condic¸a˜o	> takeWhile (<10) [1,3,13,4] [1,3]
dropWhile	Retira o maior segmento inicial de uma lista que satisfaz uma condic¸a˜o	> dropWhile (<10) [1,3,13,4] [13,4]
replicate	Constro i uma lista pela replicac¸a˜o de um elemento	> replicate 4 'c' "cccc"
reverse	Inverte os elementos de uma lista	> reverse [4,5,2,2] [2,2,5,4]

Funções Pré-definidas

Função	Descrição	Exemplo
splitAt	Divide uma lista num par de sub-listas fazendo a divisa˜o numa determinada posic¸a˜o	> splitAt 2 [3,4,2,1,5] ([3,4],[2,1,5])
zip	Recebe duas listas como entrada e retorna uma lista de pares	> zip [1,2] ['a','b'] [(1,'a'),(2,'b')]
sum	Retorna a soma dos elementos da lista	> sum [4,5,7,2,1] 19
product	Retorna o produto dos elementos da lista	> product [5,3,6,1] 90
maximum	Retorna o maior elemento de uma lista	> maximum [4,5,1,2] 5
minimum	Retorna o menor elemento de uma lista	> minimum [5.2,0.3,7.2] 0.3

Exemplos do uso de funções pré-definidas

```
geraPalindrome n = [1..n] ++ reverse [1..n]
```

```
> geraPalindrome 5
[1,2,3,4,5,5,4,3,2,1]
```

```
fat n = product [1..n]
```

```
> fat 5
120
```

Funções Recursivas

Para que possamos contar quantos elementos estão contidos numa lista, podemos escrever uma função recursiva:

```
conta:: [Int] -> Int
conta [] = 0
conta (a:x) = 1 + conta x
```

```
> conta ['a','b','c']
3
```

Conta é uma funcao polimórfica, servindo para listas de qualquer tipo (”t” é uma variavel de tipo, e pode ser substituida por qualquer tipo).

Obter os N primeiros termos de uma lista

```
primeiros::Int-> [t] -> [t]
primeiros 0 _ = []
primeiros _ [] = []
primeiros n (a:as) = a: primeiros (n-1) as
```

```
> primeiros 2 ['a','b','c'] "ab"
```

Função Pertence

```
pertence:: Eq t =>t -> [t] -> Bool
pertence a [] =  False
pertence a  (x:z) = if (a == x) then  True
                                else pertence a  z
```

```
>pertence 3 [4,5,2,1]
False
```

Encontrar o maior elemento da lista

```
maior [x] = x
maior (x:y:resto) | x > y = maior (x: resto)
                  | otherwise = maior (y: resto)
```

```
> maior [4,5,2,1]
5
```

Função União Recursiva

```
pertence :: Eq t => t -> [t] -> Bool
pertence a [] =  False
pertence a (x:z) = if (a == x) then  True
                               else pertence a  z

uniaoR:: Eq t => [t] -> [t] -> [t]
uniaoR [] l = l
uniaoR (x:xz) l = if pertence x l then uniaoR xz l
                                  else x: uniaoR xz l

> uniaoR [2,3,4] [2,4,5,6]
[3,2,4,5,6]
```

Função União - por compreensão de listas

```
pertence :: Eq t =>t -> [t] -> Bool
pertence a [] =  False
pertence a  (x:z) = if (a == x) then  True
                                  else pertence a  z

uniao :: Eq t => [t] -> [t] -> [t]
uniao  as bs  = as ++
                  [b |  b <- bs, not (pertence b  as)]
```

```
> uniao [2,3,4] [2,4,5,6]
[2,3,4,5,6]
```