

Algoritmos y Estructuras de Datos I

Segundo cuatrimestre de 2025

Departamento de Computación - FCEyN - UBA

Listas. Recursión sobre listas

1

IP - AED I: Temario de la clase

- ▶ Listas. Recursión sobre listas
 - ▶ Repaso polimorfismo y variables de tipo
 - ▶ Extensión del lenguaje de especificación para variables de tipo
 - ▶ Tipo de dato Lista
 - ▶ Expresiones y operaciones del tipo Lista
 - ▶ Creación de listas mediante intervalos
 - ▶ Recursión sobre listas
 - ▶ Pattern matching en listas
 - ▶ Ejercicios Guía 5

2

Polimorfismo

Repasando...

- ▶ Se llama polimorfismo a una función que puede aplicarse a distintos tipos de datos (sin redefinirla).
- ▶ se usa cuando el comportamiento de la función no depende paramétricamente del tipo de sus argumentos
- ▶ En Haskell los polimorfismos se escriben usando **variables de tipo** y conviven con el tipado fuerte.
- ▶ Ejemplo de una función polimórfica: la función identidad.

3

Variables de tipos

¿Qué tipo tienen las siguientes funciones?

`identidad x = x`

`primero x y = x`

`segundo x y = y`

`constante5 x y z = 5`

Variables de tipo

- ▶ Son parámetros que se escriben en la signatura usando variables minúsculas
- ▶ En lugar de valores, denotan tipos
- ▶ Cuando se invoca la función se usa como argumento el tipo del valor

4

Variables de tipo (cont.)

Funciones con variables de tipo

```
identidad :: t → t
identidad x = x
```

```
primero :: tx → ty → tx
primero x y = x
```

```
segundo :: tx → ty → ty
segundo x y = y
```

```
constante5 :: tx → ty → tz → Int
constante5 x y z = 5
```

```
mismoTipo :: t → t → Bool
mismoTipo x y = True
```

Si dos argumentos deben tener el mismo tipo, se debe usar la misma variable de tipo

- Luego, `primero True 5 :: Bool`, pero `mismoTipo 1 True` no tipa

5

Especificación de un problema: Extensión

Variables de tipo

- Vamos a querer describir funciones polimórficas con nuestro lenguaje de especificación
- Veamos cómo podemos hacerlo...

6

Especificación de un problema: Extensión

Variables de tipo

```
problema nombre(parámetros) : tipo de dato del resultado {
  requiere etiqueta: { condiciones sobre los parámetros de entrada }
  asegura etiqueta: { condiciones sobre los parámetros de salida }
}
```

- *nombre*: nombre que le damos al problema
 - será resuelto por una función con ese mismo nombre
- *parámetros*: lista de parámetros separada por comas, donde cada parámetro contiene:
 - Nombre del parámetro
 - Tipo de datos del parámetro o una **variable de tipo**
- *tipo de dato del resultado*: tipo de dato del resultado del problema (inicialmente especificaremos funciones) o una **variable de tipo**
 - En los asegura, podremos referenciar el valor devuelto con el nombre de **res**
- *etiquetas*: son nombres **opcionales** que nos servirán para nombrar declarativamente a las condiciones de los requiere o asegura.

7

Especificación de un problema: Extensión

Variables de tipo

- El símbolo o nombre (letra) de la variable de tipo no se corresponde con ninguno de los tipos de datos conocidos. Es una representación genérica.
- Cada ocurrencia de una variable de tipo, **siempre** representa al mismo tipo de datos.

```
problema segundo(x : U, y : T) : T {
  asegura devuelveElSegundo: { res = y }
}
```

```
problema cantidadDeApariciones(s : seq(T), e : T) : ℤ {
  asegura: { res =  $\sum_{i=0}^{|s|-1} (\text{if } s[i] = e \text{ then } 1 \text{ else } 0)$  fi }
}
```

8

Especificación de un problema: Extensión

Variables de tipo con restricciones

- Se puede restringir los posibles tipos de una variable de tipo mediante un *requiere*

```
problema suma(x : T, y : T) : T {  
  requiere: { T ∈ [N, Z, R] }  
  asegura: { res = x + y }  
}
```

9

Pensemos en listas: Motivación

Algunas operaciones

- `maximo :: Int → Int → Int`
- `maximo3 :: Int → Int → Int → Int`
- `maximo4 :: Int → Int → Int → Int → Int`
- `...`
- `maximoN :: Int → Int → ... → Int`

Pregunta

¿Hay alguna manera de definir funciones que nos permitan trabajar con cantidades arbitrarias de elementos?

Más concretamente, ¿podemos definir una función máximo que funcione por igual para 2, 10 o una cantidad *N* de elementos?

Respuesta: ¡Sí!, usando **listas**.

10

Un nuevo tipo: Listas

Expresiones

- `[1, 2, 1]`
- `[True, False, False, True]`
- `[]` (símbolo distinguido para denotar una lista vacía, es decir, una lista sin elementos)

Las listas en Haskell son listas o secuencias de elementos de un mismo tipo, cuyos elementos se pueden repetir.

El tipo de una lista se escribe como: `[tipo]`

- `[True, False, False] :: [Bool]`

11

Un nuevo tipo: Listas

Expresiones

- `[1, 2, 1]`
- `[True, False, False, True]`
- `[]` (símbolo distinguido para denotar una lista vacía, es decir, una lista sin elementos)

Las listas en Haskell son listas o secuencias de elementos de un mismo tipo, cuyos elementos se pueden repetir.

El tipo de una lista se escribe como: `[tipo]`

- `[True, False, False] :: [Bool]`
- `[1, 2, 3, 4] :: [Int]`
- `[div 10 5, div 2 2] :: [Int]`
- `[[1], [2,3], [], [1,1000,2,0]] :: []`

12

Un nuevo tipo: Listas

Expresiones

- ▶ `[1, 2, 1]`
- ▶ `[True, False, False, True]`
- ▶ `[]` (símbolo distinguido para denotar una lista vacía, es decir, una lista sin elementos)

Las listas en Haskell son listas o secuencias de elementos de un mismo tipo, cuyos elementos se pueden repetir.

El tipo de una lista se escribe como: `[tipo]`

- ▶ `[True, False, False] :: [Bool]`
- ▶ `[1, 2, 3, 4] :: [Int]`
- ▶ `[div 10 5, div 2 2] :: [Int]`
- ▶ `[[1], [2,3], [], [1,1000,2,0]] :: [[Int]]`
- ▶ `[1, True]`
- ▶ `[(1,2), (3,4), (5,2)]` ¿Cuál es el tipo de esta lista?

13

Operaciones

Algunas operaciones que nos brinda el Prelude de Haskell

- ▶ `head :: [a] → a`
- ▶ `tail :: [a] → [a]`
- ▶ `(:) :: a → [a] → [a]`

Tipar y evaluar las siguientes expresiones

- ▶ `head [(1,2), (3,4), (5,2)]`
- ▶ `tail [1,2,3,4,4,3,2,1]`
- ▶ `[1,2] :: []`
- ▶ `head []`
- ▶ `head [1,2,3] :: [4,5]`
- ▶ `head ([1,2,3] :: [4,5])`
- ▶ `head ([1,2,3] :: [4,5] :: [])`

14

Creando listas

Formas rápidas para crear listas

Prueben las siguientes expresiones en GHCi

- ▶ `[1..100]`
- ▶ `[1,3..100]`
- ▶ `[100..1]`
- ▶ `[1..]`

Ejercicio

- ▶ Escribir una expresión que denote la lista estrictamente decreciente de enteros que comienza con el número 1 y termina con el número -100.
- ▶ Escribir una expresión que denote la lista estrictamente creciente de enteros entre -20 y 20 que son congruentes a 1 módulo 4.

15

Recursión sobre listas

¿Se puede pensar recursivamente en listas? ¿Cómo?

Implementar las siguientes funciones (en el pizarrón)

1. `longitud :: [Int] → Int`
que indica cuántos elementos tiene una lista.
2. `sumatoria :: [Int] → Int`
que indica la suma de los elementos de una lista.
3. `pertenece :: Int → [Int] → Bool`
que indica si un elemento aparece en la lista. Por ejemplo:
`pertenece 9 [] ~ False`
`pertenece 9 [1,2,3] ~ False`
`pertenece 9 [1,2,9,9,-1,0] ~ True`

Idea: Pensar cómo combinar el resultado de la función sobre la cola de la lista con el primer elemento. Recordar:

- ▶ `head [1, 2, 3] ~ 1`
- ▶ `tail [1, 2, 3] ~ [2, 3]`

16

Pattern matching en listas

Ya vimos cómo hacer *pattern matching* sobre distintos tipos (Bool, Int, tuplas). ¿Se puede hacer *pattern matching* en listas?

¿Cuál es la verdadera forma de las listas?

Las listas tienen dos “pintas”:

- ▶ [] (lista vacía)
- ▶ algo : lista (lista no vacía)

Escribir la función longitud :: [Int] → Int usando *pattern matching*

```
longitud [] = 0
longitud (_:xs) = 1 + longitud xs
```

Escribir la función sumatoria :: [Int] → Int usando *pattern matching*

```
sumatoria [] = 0
sumatoria (x:xs) = sumatoria xs + x
```

Ejercicio: volver a implementar la función pertenece utilizando *pattern matching*.

17

Guía 5: Ejercicio 4

- ▶ sacarBlancosRepetidos :: [Char] → [Char], que reemplaza cada subsecuencia de blancos contiguos de la primera lista por un solo blanco en la segunda lista.
- ▶ contarPalabras :: [Char] → Integer, que dada una lista de caracteres devuelve la cantidad de palabras que tiene.
- ▶ palabras :: [Char] → [[Char]], que dada una lista arma una nueva lista con las palabras de la lista original.
- ▶ palabraMasLarga :: [Char] → [Char], que dada una lista de caracteres devuelve su palabra más larga.
- ▶ aplanar :: [[Char]] → [Char], que a partir de una lista de palabras arma una lista de caracteres concatenándolas.

18