Introducción a Haskell

Y a la programación funcional

Pablo Baeyens
@pbaeyens

Mario Román
@M42

OSL 2015

Índice

Haskell

Tipos

Funciones

Más

¡Contribuye!

El código fuente de estas diapositivas, con varios ejemplos de Haskell literario, está disponible en:

github.com/M42/osl-talk-haskell

Erratas, correcciones y aportaciones son bienvenidas.

Instalando Haskell Platform

`haskell-platform` contiene el compilador, depurador y otras utilidades. También podemos instalar `ghc`:

```
sudo apt-get install haskell-platform
```

Ambos traen un gestor de librerías: `cabal`.

Puro: sin efectos secundarios

Las funciones en los lenguajes funcionales no tienen *efectos secundarios*. No alteran el mundo alrededor ni cambian el valor de los argumentos.

```
int n = 0;
int next() { return n++; }
next(); // n = 1
```

Los objetos son inmutables. Son `thread-safe`.

Puro: transparencia referencial

Que las expresiones de Haskell sean referencialmente transparentes quiere decir:

- Todas las variables son **inmutables**.
- Las funciones son **deterministas**.

Y esto nos permite:

- Razonar algebraicamente: `f = g` $\Rightarrow$ `f a = g a`.
- Paralelizar fácilmente: ``f `par` g``, sin afectarse.

Funcional: evaluación

La programación se centra en **evaluar expresiones** en lugar de **ejecutar instrucciones**.

Funcional: las funciones como objetos

Las funciones son objetos de *primera clase*. Pueden ser devueltos por funciones y pueden pasarse como argumentos.

```
duplica lista = map (λ x → 2*x) lista
```

Esto ayuda a reutilizar código.

```
int duplica(int a);
int incrementa(int a);
vector<int> duplica_vector(vector<int> v);
vector<int> incrementa_vector(vector<int> v);
```

Funcional: abstracción

El ser funcional facilita factorizar el código. Cada pieza debería aparecer sólo una vez en su forma más general posible. Esto se consigue con:

- **Polimorfismo**, abstraer el tipo.
- **Clases de tipos**, unifican propiedades de varios tipos.
- **Funciones de alto nivel**, abstraen otras funciones.

El intérprete: GHCi

GHC incluye GHCi como intérprete. Permite los siguientes comandos:

- `:q` Quitar
- `:l` Cargar módulo
- `:r` Recargar módulos
- `:t` Consultar tipos

El intérprete: GHCi

Las funciones se llaman escribiendo su nombre, un espacio y sus parámetros, separados por espacios:

```
ghci> 3 + 4
7
ghci> (+) 2 9
11
ghci> succ 27
28
ghci> max 23 34
34
```

Tipos

Usamos `:t` para ver el tipo de una expresión:

```
ghci> :t True
True :: Bool
ghci> :t 'a'
'a' :: Char
ghci> :t "Una string!"
"Una string!" :: [Char]
ghci> :t not
not :: Bool → Bool
```

Tipos

Los tipos de Haskell son **fuertes** y **estáticos**. La mayor parte de los errores se detectan en compilación como errores de tipo.

Además son **inferidos**, por lo que no tenemos por qué especificar el tipo de nuestras funciones:

```
ghci> let nand a b = not (a && b)
ghci> :t nand
nand :: Bool → Bool → Bool
```

Clases de tipos

Las clases de tipos agrupan a tipos con la misma interfaz. Por ejemplo, la clase `Eq`, agrupa a los que tienen definida la función `(==)`.

```
2    :: Num a => a
pi   :: Floating a => a
(==) :: Eq a => a -> a -> Bool
```

Las instancias de `Num` pueden sumarse y multiplicarse, las de `Show` convertirse a `String` y sobre las de `Integral` pueden calcularse restos modulares.

Variables de tipo

Haskell infiere siempre el tipo más general. Para ello usa **variables de tipo**, que pueden ser sustituidas:

```
id  :: a → a
(+) :: Num a ⇒ a → a → a
(<) :: Ord a ⇒ a → a → Bool
```

Las variables pueden restringirse a pertenecer a una clase.

Tipos algebraicos

Creamos nuevos tipos definiendo **constructores de datos**: funciones que devuelven valores del tipo que definimos.

```haskell
data () = () -- Tipo None
data Bool = False | True
data Point = Point Float Float
data Triangle = Triangle Point Point Point
```

Constructores de tipos

Los **constructores de tipos** son funciones sobre tipos: toman un tipo y devuelven otro.

```
"Haskell!" :: [Char]
[1,2,3,4] :: Num a => [a]
[True, False, False] :: [Bool]
[] :: [a]
Just True :: Maybe Bool
Nothing :: Maybe a
```

Constructores de tipos

Sus definiciones son:

```haskell
data [a]       = [] | a:[a]
data Maybe a = Nothing | Just a
```

En las **listas**, el primer constructor es la lista vacía y el segundo antepone un elemento a otra lista.

En el caso de **Maybe** podemos tener algo de tipo a (`Just a`) o nada (`Nothing`).

Reconocimiento de patrones

Para definir una función sobre un tipo, definimos su comportamiento para cada constructor de datos del tipo:

```
neg :: Bool → Bool
neg False = True
neg True  = False
```

Podemos sustituir argumentos del constructor por variables:

```
factorial :: Integral a ⇒ a → a
factorial 0 = 1
factorial n = n * factorial (n − 1)
```

Recursividad

Para calcular la **longitud de una lista**, definimos la función para sus dos constructores:

```haskell
len :: Num a => [t] -> a
len []       = 0
len (_:xs)   = 1 + len xs
```

`len [1,2,3]`:

```haskell
len (1:2:3:[])
1 + len (2:3:[])
1 + 1 + len (3:[])
1 + 1 + 1 + len []
1 + 1 + 1 + 0
1 + 1 + 1
1 + 2
3
```

Currificación

¿Por qué `(+)` es de tipo `a -> a -> a` y no `(a,a) -> a`?

Esto nos permite aplicar parcialmente una función. El tipo hay que leerlo realmente como `a -> (a -> a)`, es decir, al darle un número nos devuelve otra función:

```
(+)    :: Num a => a -> a -> a
(+3)   :: Num a => a -> a
(+3) 5 :: Num a => a
```

Es lo mismo decir `(+3) 5` que `(+) 3 5`.

Funciones de orden superior

`map` toma una función y devuelve su versión sobre listas:

```
map :: (a → b) → ([a] → [b])
```

Ejemplo: `map not [True, True, False]`

`foldr` toma una función, un acumulador y una lista y aplica los elementos de la lista contra el acumulador.

```
foldr :: (a → b → b) → b → [a] → b
```

Ejemplo: `foldr (*) 1 [2,3,5,7]`

Definiciones

Especialización

A partir de estas podemos crear funciones básicas:

```
negation  = map not
lowerText = map toLower
sum       = foldr (+) 0
product   = foldr (*) 1
concat    = foldr (++) []
and       = foldr (&&) True
```

Ejemplo: `lowerText "aBcDEfG"`

Evaluación perezosa

Haskell retrasa la evaluación de una expresión todo lo posible:

```haskell
head [1..10**9]       -- Sólo evalua 1
```

Esto permite la modularización del código:

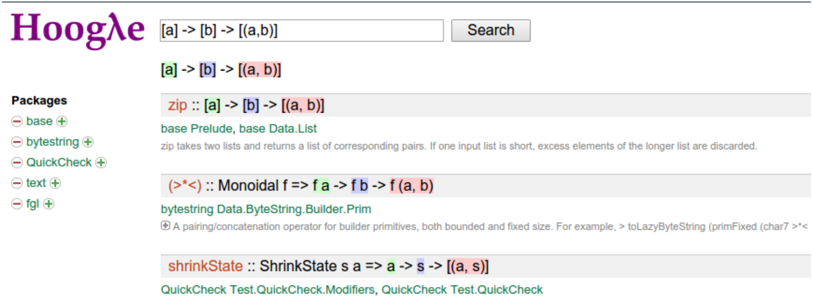
```haskell
min :: Ord a => [a] -> a
min = head . sort
```

Y el uso de estructuras infinitas:

```haskell
unos      = 1:unos
diezDoses = take 10 (map (+1) unos)
```

Hoogle

Hoogle permite buscar funciones por tipo entre las librerías estándar de Haskell:



Demostraciones

Como las funciones no tienen efectos secundarios, podemos razonar la corrección del código por inducción:

```haskell
qsort []     = []
qsort (x:xs) = qsort [y | y<-xs, y<=x]
            ++ [x]
            ++ qsort [y | y<-xs, y>x]
```

Demostración: *Quicksort* funciona porque:

- ordena correctamente una lista vacía.
- la lista creada mantiene el orden entre las tres partes

Idris

Idris, construido encima de Haskell, demuestra matemáticamente que los programas son correctos.

```
module algebraic

import Language.Reflection

data Bit = O
         | I

and : Bit -> Bit -> Bit
and T x = x
and F x = F

andAssociative : (a: Bit) ->
                 (b: Bit) ->
                 (c: Bit) ->
                 and (and a b) c = and a (and b c)
andAssociative O b c = refl
andAssociative I b c = refl

-:---  algebraic.idr    Top of 331  (10,11)    (Idris! (Not loaded)

Metavariables:
- + algebraic.andAssociative [P]
 `--                         a : Bit
                             b : Bit
                             c : Bit
     -------------------------------------------------------------
      algebraic.andAssociative : and (and a b) c = and a (and b c)
```

Curry-Howard

Los siguientes tipos están habitados:

```
a → a
(a,b) → a
a → Either a b
```

Por las funciones `id`, `fst` y `Left`. Estos, sin embargo, no:

```
a → b
a → (a,b)
Either a b → a → b
```

¿Qué tipos de Haskell están habitados?

Curry-Howard

A cada tipo le corresponde una proposición lógica, cambiando:

- `a -> b` por $a \Rightarrow b$
- `(a,b)` por $a \wedge b$
- `Either a b` por $a \vee b$
- `()` por *True*
- `Void` por *False*

¿Qué tipos de Haskell están habitados? Aquellos cuya proposición lógica asociada puede demostrarse verdadera.

Funciones de orden superior

`map`:

```
map :: (a → b) → ([a] → [b])
map f []     = []
map f (x:xs) = f x : map f xs
```

`foldr`:

```
foldr :: (a → b → b) → b → [a] → b
foldr f z []     = z
foldr f z (x:xs) = f x (foldr f z xs)
```

◂ Funciones