

Llenguatges Funcionals: Haskell

Albert Rubio

Llenguatges de Programació, FIB, UPC

Primavera 2016

Sistema de tipus en Haskell

- ① Tipus predefinits
- ② Polimorfisme paramètric
- ③ Nous tipus de dades
- ④ Classes de tipus

Continguts

- 1 Tipus predefinit
- 2 Polimorfisme paramètric
- 3 Nous tipus de dades
- 4 Classes de tipus

Tipus predefinit

Com ja hem vist existeixen una sèrie de tipus predefinit:

- Int, Integer,...
- Char
- Bool
- Funcions: $a \rightarrow \dots \rightarrow a$
- Llistes, Tuples

```
5    :: Integer
'a'  :: Char
inc  :: Integer -> Integer
[1,2,3] :: [Integer]
('b',4) :: (Char,Integer)
```

Tipus predefinit

Tenim altres tipus predefinit, per exemple per manegar errors:

Maybe

Tenim dos constructors: Just (que té un parametre) i Nothing

Tenim operacions com ara

```
isJust :: Maybe a -> Bool
```

```
isNothing :: Maybe a -> Bool
```

```
fromJust :: Maybe a -> a
```

```
fromMaybe :: a -> Maybe a -> a
```

Per exemple podem definir

```
mitjana :: [a] -> Maybe a
```

```
mitjana [] = Nothing
```

```
mitjana l = Just (sum l `div` length l)
```

Continguts

- ① Tipus predefinit
- ② Polimorfisme paramètric
- ③ Nous tipus de dades
- ④ Classes de tipus

Tipus polimòrfics

Utilització de variables de tipus que poden pendre qualsevol valor.

```
mida :: [a] -> Integer
```

Les variables de tipus estan implícitament quantificades universalment. Noteu que ens permet escriure llistes de qualsevol tipus, però no llistes heterogènies.

Aquest tipus de polimorfisme s'anomena *polimorfisme paramètric*.

Altres exemples:

```
map :: (a->b) -> [a] -> [b]
```

És un mecanisme molt senzill per tenir definicions genèriques.

Tipus polimòrfics

`map :: (a->b) -> [a] -> [b]`

Per a utilitzar funcions amb tipus polimòrfics cal que hi hagi una substitució de les variables de tipus que s'adeqüi a l'aplicació que estem fent.

`map even [3,6,1]` te tipus `[Bool]` ja que

- la variable te tipus *a* es pot substituir per `Integer`
- la variable te tipus *b* es pot substituir per `Bool`

Tipus polimòrfics

`map :: (a->b) -> [a] -> [b]`

Per a utilitzar funcions amb tipus polimòrfics cal que hi hagi una substitució de les variables de tipus que s'adeqüi a l'aplicació que estem fent.

`map even [3,6,1]` te tipus `[Bool]` ja que

- la variable te tipus *a* es pot substituir per `Integer`
- la variable te tipus *b* es pot substituir per `Bool`

Una expressió dona error de tipus si no existeix una substitució per a les variables de tipus. Per exemple

`map not ['b','c']` dóna error de tipus ja que

- per un banda la variable de tipus *a* hauria de ser `Bool`
- per l'altre la variable de tipus *a* hauria de ser `Char`

Continguts

- ① Tipus predefinit
- ② Polimorfisme paramètric
- ③ Nous tipus de dades
- ④ Classes de tipus

Creació de tipus de dades

```
data Color = Vermell | Verd | Blau | Violat
```

Alternativa

```
newtype Dolars = Dolars Int
```

```
llistaDolars :: [Dolars]
```

```
llistaDolars = [Dolars 3, Dolars 27]
```

És com data, però quan hi ha un únic constructor de tipus.

Tot newtype es pot escriure com data, però no el contrari

```
data Dolars = Dolars Int
```

Definicions amb Data

El tipus predefinit `Maybe` està definit amb un `data`:

```
data Maybe a = Just a | Nothing
```

Definicions amb Data

El tipus predefinit `Maybe` està definit amb un data:

```
data Maybe a = Just a | Nothing
```

El tipus predefinit `Either` està definit amb un data:

```
data Either a b = Left a | Right b
```

Admet funcions com ara:

```
either :: (a -> c) -> (b -> c) -> Either a b -> c  
lefts  :: [Either a b] -> [a]  
rights :: [Either a b] -> [b]  
partitionEithers :: [Either a b] -> ([a], [b])
```

Creació de tipus de dades

Podem definir tipus recursius:

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
               | Abuit
```

Creació de tipus de dades

Podem definir tipus recursius:

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
               | Abuit
```

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
               | Fulla a
```

Creació de tipus de dades

Podem definir tipus recursius:

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
               | Abuit
```

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
               | Fulla a
```

```
data ArbGen a = Node a [ArbGen a]
               | Abuit
```

Els constructors `Node`, `Abuit` o `Fulla` són operadors.

Creació de tipus de dades

No s'ha de confondre amb els Tipus sinònims:

```
type String  = [Char]
type Person  = (Name,Address)
type Name    = String
type AssocList a b = [(a,b)]
```

Són com els typedef de C++, però admeten polimorfisme.

És a dir, els dos tipus són intercanviables.

Continguts

- ① Tipus predefinit
- ② Polimorfisme paramètric
- ③ Nous tipus de dades
- ④ Classes de tipus

Classes de tipus

Les classes de Haskell no són tipus, sino categories de tipus.

(Type) classes predefinides

```
class Eq a where
    (==) :: a -> a -> Bool

elem :: (Eq a) => a -> [a] -> Bool
```

És un mecanisme similar als Interfaces de Java.

- És la forma de tenir sobrecàrrega en Haskell.
- És una altra forma de polimorfisme.

Classes de tipus

La definició d'una class és una definició parcial:

```
class Eq a where
    (==), (/=)           :: a -> a -> Bool

    x /= y              = not (x == y)
    x == y              = not (x /= y)
```

El mínim que cal per completar la definició és definir el == o el /=

Quan diem que un tipus pertany a una classe cal completar la definició.

Classes de tipus

```
class (Eq a) => Ord a where
  compare      :: a -> a -> Ordering
  (<), (<=), (>=), (>) :: a -> a -> Bool
  max, min     :: a -> a -> a

  compare x y
    | x == y    = EQ
    | x <= y    = LT
    | otherwise = GT
  x <= y        = compare x y /= GT
  x < y         = compare x y == LT
  x >= y        = compare x y /= LT
  x > y         = compare x y == GT

data Ordering = LT | EQ | GT
```

El mínim que cal per completar la definició és definir el (`<=`) o el `compare`

Altres classes: `Show`, `Read`, `Enum`, `Num`, ...

Classes de tipus

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
              | Abuit
```

Instanciació:

```
instance Eq a => Eq (ArbBin a) where
    x == y           = x 'iguals' y
```

Classes de tipus

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
              | Abuit
```

Instanciació:

```
instance Eq a => Eq (ArbBin a) where
    (==) = iguals
```

Classes de tipus

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
               | Abuit
```

Instanciació:

```
instance Eq a => Eq (Arbre a) where
  Abuit == Abuit = True
  _      == Abuit = False
  Abuit == _      = False
  (Node x a1 a2) == (Node y b1 b2) = x==y && a1==b1 && a2==b2
```


Classes de tipus

Instanciació predefinida: *deriving*

```
data Carta = Two | Three | Four
           | Five | Six | Seven | Eight | Nine | Ten
           | Jack | Queen | King | Ace
           deriving (Read, Show, Enum, Eq, Ord)
```

Es basa en la definició per crear les operacions.

El read i el show usen els constructors com strings.

```
data ArbBin a = Node a (ArbBin a) (ArbBin a)
              | Fulla a
              deriving (Read, Show, Eq, Ord)
```

No permet derivar Enum.

La (==) derivada és la mateixa que hem definit abans.

Classes de tipus

Ús de les classes en les declaracions de tipus.

```
suma [] = 0
```

```
suma (x:xs) = x + suma xs
```

Quin tipus té suma?

Classes de tipus

Ús de les classes en les declaracions de tipus.

```
suma [] = 0
```

```
suma (x:xs) = x + suma xs
```

Quin tipus té suma?

```
suma :: [a] -> a
```

Classes de tipus

Ús de les classes en les declaracions de tipus.

```
suma [] = 0
```

```
suma (x:xs) = x + suma xs
```

Quin tipus té suma?

```
suma :: [a] -> a
```

Incorrecte! el tipus `a` no pot ser qualsevol cosa.

Classes de tipus

Ús de les classes en les declaracions de tipus.

```
suma [] = 0
```

```
suma (x:xs) = x + suma xs
```

Quin tipus té suma?

```
suma :: [a] -> a
```

Incorrecte! el tipus `a` ha de tenir l'operació `(+)`.

Classes de tipus

Ús de les classes en les declaracions de tipus.

```
suma [] = 0
```

```
suma (x:xs) = x + suma xs
```

Quin tipus té suma?

```
suma :: [a] -> a
```

Incorrecte! el tipus `a` ha de ser de la classe `Num`.

Classes de tipus

Ús de les classes en les declaracions de tipus.

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

Quin tipus té suma?

```
suma :: [a] -> a
```

Incorrecte! el tipus `a` ha de ser de la classe `Num`.

Tipus correcte:

```
suma :: Num a => [a] -> a
```

El que es posa abans de `=>` són condicions sobre les variables de tipus.

Classes de tipus

```
class (Eq a, Show a) => Num a where
    (+), (-), (*)      :: a -> a -> a
    negate            :: a -> a
    abs, signum        :: a -> a
    fromInteger        :: Integer -> a

    x - y              =  x + negate y
    negate x           =  0 - x
```

Obliga a que els tipus de la classe Num, siguin també de la classe Eq i la classe Show.

Per fer un instance, cal definir totes le operacions menys negate o (-)

Els tipus Int, Integer, Float y Double són “instances” de la classe Num.

Creació de noves classes

```
class Pred a where  
  sat :: a -> Bool  
  unsat :: a -> Bool  
  
  unsat = not . sat
```

Creació de noves classes

```
class Pred a where
  sat :: a -> Bool
  unsat :: a -> Bool

  unsat = not . sat
```

Podem instanciar de la manera usual:

```
instance Pred a => Pred (ArbBin a) where
  sat Abuit = True
  sat (Node x b c) = (sat x) && (sat b) && (sat c)
```

Creació de noves classes

```
class Pred a where
  sat :: a -> Bool
  unsat :: a -> Bool

  unsat = not . sat
```

Podem instanciar de la manera usual:

```
instance Pred a => Pred (ArbBin a) where
  sat Abuit = True
  sat (Node x b c) = (sat x) && (sat b) && (sat c)

instance (Pred Int) where
  sat 0 = True
  sat _ = False
```