Tema 5. Polimorfismo

5.1 Funciones Polimórficas

- ✓ Tienen sentido independientemente del tipo
- ✓ Ventaja: código más reutilizable y fácil de mantener

La función identidad

Ejemplo simple: La función predefinida *identidad*

$$
\begin{array}{lll}
id & :: & a \rightarrow a \\
id\ x & = & x
\end{array}
$$

Uso:

? id 'd'
'd' $::$ $Char$

? id 120
120 $::$ $Integer$

? $id\ [1,2,0]$
$[1,2,0]\ ::\ [Integer]$

- ✓ La a en el tipo es una *variable de tipo* (en minúscula): denota un tipo arbitrario
- ✓ El tipo del argumento, a, indica que id puede tomar argumentos de cualquier tipo
- ✓ El tipo del resultado, a, indica que id devuelve un valor cuyo tipo coincide con el del argumento

Polimorfismo en Tuplas

Los selectores predefinidos fst y snd permiten extraer componentes:

$$\begin{aligned} &fst :: (a,b) \rightarrow a \\ &fst\ (x\ ,\ \_\ ) = x \\ &snd :: (a,b) \rightarrow b \\ &snd\ (\_\ ,\ y) = y \end{aligned}$$

Uso:

? fst (1 , 'd')
1 :: $Integer$

? snd (1 , 'd')
'd' :: $Char$

? snd (1 , 2)
2 :: $Integer$

- ✓ Se usan dos variables de tipo distintas: a y b
- ✓ Esto indica que los tipos de ambas componentes pueden ser distintos
- ✓ El resultado de fst tiene siempre el mismo tipo que la primera componente del argumento
- ✓ Dos variables de tipo distintas pueden corresponder a dos tipos distintos, aunque no es obligatorio (p. ej. $snd(1,2)$)

Polimorfismo en Listas

La función predefinida $length$ calcula la longitud de listas de cualquier tipo:

$$
\begin{array}{lcl}
length & :: & [a] \rightarrow Int \\
length\ [\,] & = & 0 \\
length\ (\_ : xs) & = & 1 + length\ xs
\end{array}
$$

Uso:

$?\ length\ [10, 11, 12]$
$3\ ::\ Int$

$?\ length\ [True, False]$
$2\ ::\ Int$

$?\ length\ [\ [10, 11, 12],\ [13, 14, 15, 16]\ ]$
$2\ ::\ Int$

Los selectores predefinidos pueden ser utilizados con listas de cualquier tipo:

$$
\begin{array}{lcll}
head & :: & [a] \rightarrow a & \text{-- Cabeza de la lista} \\
head\ (x : \_) & = & x & \\
tail & :: & [a] \rightarrow [a] & \text{-- Cola de la lista} \\
tail\ (\_ : xs) & = & xs & \\
last & :: & [a] \rightarrow a & \text{-- Último elmento de la lista} \\
last\ [x] & = & x & \\
last\ (\_ : xs) & = & last\ xs & \\
init & :: & [a] \rightarrow [a] & \text{-- Toda menos el último elemento} \\
init\ [x] & = & [\,] & \\
init\ (x : xs) & = & x : init\ xs &
\end{array}
$$

Polimorfismo en Listas (2)

Concatenación de listas:

$$
\begin{array}{lll}
\textbf{infixr}\ 5\ +\!\!+ & & \\
(+\!\!+) & :: & [a] \to [a] \to [a] \\
[\,]\quad +\!\!+\ ys & = & ys \\
(x : xs)\ +\!\!+\ ys & = & x\ :\ (xs\ +\!\!+\ ys)
\end{array}
$$

La función map:

$$
\begin{array}{lll}
map & :: & (a \to b) \to [a] \to [b] \\
map\ f\ [\,] & = & [\,] \\
map\ f\ (x : xs) & = & f\ x\ \ :\ \ map\ f\ xs
\end{array}
$$

La función $filter$:

$$
\begin{array}{lll}
filter & :: & (a \to Bool) \to [a] \to [a] \\
filter\ p\ [\,] & = & [\,] \\
filter\ p\ (x : xs) & & \\
\quad |\ p\ x & = & x\ :\ filter\ p\ xs \\
\quad |\ otherwise & = & filter\ p\ xs
\end{array}
$$

Usos:

? $[1,3,5]\ +\!\!+\ [2,4]$
$[1,3,5,2,4]\ ::\ [Integer]$

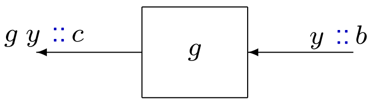
? $map\ (+1)\ [1,2,3]$
$[2,3,4]\ ::\ [Integer]$

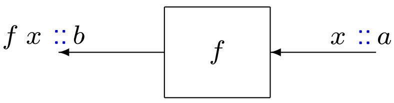
? $map\ even\ [1,2,3,4]$
$[False,\ True,\ False,\ True]\ ::\ [Bool]$

? $filter\ even\ [1,2,3,4]$
$[2,4]\ ::\ [Integer]$

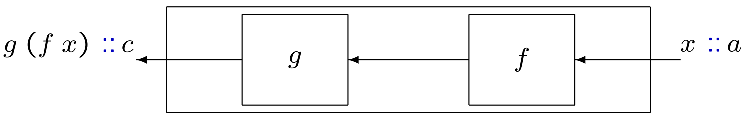
Composición de funciones

Si $f \;::\; a \rightarrow b$ y $g \;::\; b \rightarrow c$





se define $g\ .\ f$:



✓ El resultado de la composición es otra función con tipo $g.f \;::\; a \rightarrow c$

✓ Si el tipo del resultado de f no coincide con el del argumento de g las funciones no se pueden componer.

✓ En Haskell, (.) está predefinido como

$$
\begin{array}{l}
\textbf{infixr}\ 9\ . \\
(.) \quad :: \quad (b \rightarrow c) \rightarrow (a \rightarrow b) \rightarrow (a \rightarrow c) \\
g\ .\ f \;=\; \lambda\, x \rightarrow g\ (f\ x)
\end{array}
$$

Ejemplos:

$$
\begin{array}{lcl}
esPar & :: & Integer \rightarrow Bool \\
esPar\ x & = & (x\ \text{`}mod\text{`}\ 2 == 0)
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{lcl}
esImpar & :: & Integer \rightarrow Bool \quad \text{-- Recordemos que } not \;::\; Bool \rightarrow Bool \\
esImpar & = & not\ .\ esPar
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{lcl}
fun & :: & Integer \rightarrow Integer \\
fun & = & (+1)\ .\ (*2)\ .\ (+2)
\end{array}
$$

? $esImpar\ 5$
$True \;::\; Bool$

? $fun\ 10$
$25 \;::\; Integer$

El operador ($)

Operador polimórfico predefinido, que permite aplicar una función a su argumento:

$$\begin{array}{l} \textbf{infixr}\ 0\ \$ \\ (\$) \quad :: \quad (a \to b) \to a \to b \\ f\ \$\ x \ = \ f\ x \end{array}$$

Uso:

$$\textbf{?}\ f\ 5\ \textbf{where}\ f\ x\ =\ 2 * x$$
$$10\ ::\ \mathit{Integer}$$

$$\textbf{?}\ f\ \$\ 5\ \textbf{where}\ f\ x\ =\ 2 * x$$
$$10\ ::\ \mathit{Integer}$$

Su baja prioridad (mínima) lo hace útil para evitar paréntesis:

$$\textbf{?}\ f\ 5 + 3\ \textbf{where}\ f\ x\ =\ 2 * x$$
$$13\ ::\ \mathit{Integer}$$

$$\textbf{?}\ f\ (5 + 3)\ \textbf{where}\ f\ x\ =\ 2 * x$$
$$16\ ::\ \mathit{Integer}$$

$$\textbf{?}\ f\ \ \$\ \ 5 + 3\ \ \textbf{where}\ f\ x\ =\ 2 * x$$
$$16\ ::\ \mathit{Integer}$$

$$\textbf{?}\ (+1)\ .\ (*2)\ .\ (+2)\ \ \$\ \ 10$$
$$25\ ::\ \mathit{Integer}$$

Objetivos del tema

El alumno debe:

- ✓ Comprender las definiciones de funciones y tipos polimórficos
- ✓ Saber definir y utilizar funciones polimórficas
- ✓ Conocer algunos de los operadores y funciones polimóficas predefinidas
- ✓ Saber utilizar el operador de composición de funciones para definir nuevas funciones a partir de otras.
- ✓ Saber el tipo de las funciones que se obtienen por composición de otras.