

Principales funciones estándar para listas en Haskell

(Las definiciones de estas funciones no son necesariamente las internas del sistema)

La concatenación de listas $(++) :: [\alpha] \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\alpha]$

$[] ++ ys = ys$

$(x:xs) ++ ys = x:(xs ++ ys)$

$head :: [\alpha] \rightarrow \alpha$ aplicada a una lista no vacía devuelve su primer elemento.

$head (x:xs) = x$

$tail :: [\alpha] \rightarrow [\alpha]$ aplicada a una lista no vacía devuelve la lista sin su primer elemento.

$tail (x:xs) = xs$

$last :: [\alpha] \rightarrow \alpha$ aplicada a una lista no vacía devuelve su último elemento.

$last [x] = x$

$last (x:xs) = last xs$

$init :: [\alpha] \rightarrow [\alpha]$ aplicada a una lista no vacía devuelve la lista sin su último elemento.

$init [x] = []$

$init (x:xs) = x:init xs$

$null :: [\alpha] \rightarrow Bool$ aplicada a una lista decide si es vacía.

NOTA: el tipo inferido es $null :: Foldable t \Rightarrow t \alpha \rightarrow Bool$

$null [] = True$

$null (x:xs) = False$

$length :: [\alpha] \rightarrow Int$ aplicada a una lista devuelve su longitud.

NOTA: el tipo inferido es $length :: Foldable t \Rightarrow t \alpha \rightarrow Int$

$length [] = 0$

$length (x:xs) = 1 + length xs$

$take :: Int \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\alpha]$ aplicada a un entero n y una lista xs , devuelve una lista con los n primeros elementos de xs . Si n es mayor que la longitud de xs , se devuelve xs .

$take\ n\ xs$

$\mid n \leq 0 \quad = []$

$\mid xs == [] \quad = []$

$\mid otherwise \quad = head\ xs : take\ (n-1)\ (tail\ xs)$

$drop :: Int \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\alpha]$ aplicada a un entero n y una lista xs , devuelve la lista con los n primeros elementos de xs quitados. Si n es mayor que la longitud de xs , se devuelve $[]$.

$drop\ n\ xs$

$\mid n \leq 0 \quad = xs$

$\mid xs == [] \quad = []$

$\mid otherwise \quad = drop\ (n-1)\ (tail\ xs)$

splitAt :: Int -> [α] -> ([α], [α]) aplicada a un entero **n** y a una lista **xs**, devuelve el par (take n xs, drop n xs). Su definición recursiva es:

```
splitAt n xs
| n <= 0      = ([], xs)
| xs == []    = ([], [])
| otherwise   = (head xs : ys, zs) where (ys,zs) = splitAt (n-1) (tail xs)
```

reverse :: [α] -> [α] aplicada a una lista devuelve su inversa.

```
reverse [] = []
reverse (x:xs) = reverse xs ++ [x]
```

- *Nota:* Se verán definiciones alternativas más eficientes para *reverse*.

Algunas funciones de orden superior

takeWhile :: (α -> Bool) -> [α] -> [α] aplicada a un predicado **p** y una lista **xs**, toma los elementos de **xs** mientras satisfacen **p**.

```
takeWhile p [] = []
takeWhile p (x:xs)
| p x          = x : takeWhile p xs
| otherwise    = []
```

dropWhile :: (α -> Bool) -> [α] -> [α] aplicada a un predicado **p** y una lista **xs**, salta los elementos de **xs** mientras satisfacen **p**.

```
dropWhile p [] = []
dropWhile p (x:xs)
| p x          = dropWhile p xs
| otherwise    = x:xs
```

map :: (α -> β) -> [α] -> [β] aplicada a una función **f** y a una lista **xs**, devuelve una lista donde **f** se ha aplicado a cada elemento de **xs**.

```
map f [] = []
map f (x:xs) = f x : map f xs
```

- También se puede definir mediante una *lista intensional*: $\text{map } f \text{ xs} = [f \ x \mid x \leftarrow \text{xs}]$

filter :: (α -> Bool) -> [α] -> [α] aplicada a un predicado **p** y una lista **xs**, devuelve una lista que contiene sólo los elementos que satisfacen **p**.

```
filter p [] = []
filter p (x:xs)
| p x          = x : filter p xs
| otherwise    = filter p xs
```

- También se puede definir mediante una *lista intensional*: $\text{filter } p \text{ xs} = [x \mid x \leftarrow \text{xs}, p \ x]$

La familia de funciones zip:

zip :: $[\alpha] \rightarrow [\beta] \rightarrow [(\alpha, \beta)]$ aplicada a dos listas devuelve una lista de pares, formados con los correspondientes elementos de las listas dadas.

zip [] ys = []

zip (x:xs) [] = []

zip (x:xs) (y:ys) = (x,y) : **zip** xs ys

- Ejemplo: **zip** [0,1,2,3] "type" = [(0,'t'),(1,'y'),(2,'p'),(3,'e')]

- Si las listas tienen distinta longitud, el resultado tiene la longitud de la lista más corta.

unzip :: $[(\alpha, \beta)] \rightarrow ([\alpha], [\beta])$ toma una lista de pares y los separa en dos listas.

Ejemplo: **unzip** [(0,'t'),(1,'y'),(2,'p'),(3,'e')] = ([0,1,2,3], "type")

- Similar a **zip** pero para tres listas argumento y devolviendo una lista de triples, se tiene

zip3 :: $[\alpha] \rightarrow [\beta] \rightarrow [\gamma] \rightarrow [(\alpha, \beta, \gamma)]$ y la correspondiente **unzip3** :: $[(\alpha, \beta, \gamma)] \rightarrow ([\alpha], [\beta], [\gamma])$

zipWith :: $(\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma) \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\beta] \rightarrow [\gamma]$ aplicada a una función f y a dos listas xs e ys, da como resultado: **map** (uncurry f) (**zip** xs ys). Su definición recursiva es:

zipWith f [] ys = []

zipWith f (x:xs) [] = []

zipWith f (x:xs) (y:ys) = f x y : **zipWith** f xs ys

- Ejemplo: **zipWith** (+) [2,5,0] [4,8,3] = [6,13,3]

- Similarmente se tiene **zipWith3** :: $(\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma \rightarrow \delta) \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\beta] \rightarrow [\gamma] \rightarrow [\delta]$

La familia de funciones fold:

foldl :: $(\beta \rightarrow \alpha \rightarrow \beta) \rightarrow \beta \rightarrow [\alpha] \rightarrow \beta$ aplicada a una función binaria f, un valor inicial e y una lista xs, aplana xs en forma asociativa a izquierdas.

- Idea: **foldl** (op) e [x1,x2,x3] = (((e op x1) op x2) op x3)

foldl f e [] = e

foldl f e (x:xs) = **foldl** f (f e x) xs

NOTA: el tipo inferido es **foldl** :: Foldable t => $(\beta \rightarrow \alpha \rightarrow \beta) \rightarrow \beta \rightarrow t \alpha \rightarrow \beta$

foldr :: $(\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \beta) \rightarrow \beta \rightarrow [\alpha] \rightarrow \beta$ aplicada a una función binaria f, un valor inicial e y una lista xs, aplana xs en forma asociativa a derechas.

- Idea: **foldr** (op) e [x1,x2,x3] = x1 op (x2 op (x3 op e))

foldr f e [] = e

foldr f e (x:xs) = f x (**foldr** f e xs)

NOTA: el tipo inferido es **foldr** :: Foldable t => $(\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \beta) \rightarrow \beta \rightarrow t \alpha \rightarrow \beta$

foldl1 y **foldr1** :: $(\alpha \rightarrow \alpha \rightarrow \alpha) \rightarrow [\alpha] \rightarrow \alpha$ son las versiones de **foldl** y **foldr** para listas no vacías (no llevan valor inicial e). Sus definiciones son:

foldl1 f (x:xs) = **foldl** f x xs

foldr1 f (x:xs) = if null xs then x else f x (**foldr1** f xs)

NOTA: el tipo inferido es **foldl1**, **foldr1** :: Foldable t => $(\alpha \rightarrow \alpha \rightarrow \alpha) \rightarrow t \alpha \rightarrow \alpha$

Funciones definidas en términos de foldr y foldl:

sum :: Num α => [α] -> α suma los elementos de una lista de números
product :: Num α => [α] -> α multiplica los elementos de una lista de números
and :: [Bool] -> Bool conjunción de los elementos de una lista de booleanos
or :: [Bool] -> Bool disyunción de los elementos de una lista de booleanos
concat :: [[α]] -> [α] concatena los elementos de una lista de listas

NOTA: actualmente los tipos inferidos usan $t \alpha$ con Foldable t para generalizar [α]

Funciones definidas en términos de foldr1 y foldl1:

maximum :: Ord α => [α] -> α elemento máximo de una lista no vacía
minimum :: Ord α => [α] -> α elemento mínimo de una lista no vacía

NOTA: actualmente los tipos inferidos usan $t \alpha$ con Foldable t para generalizar [α]

La familia de funciones scan:

scanl aplicada a un operador binario **op** y un valor inicial **e** y una lista **xs**, devuelve la lista obtenida al aplicar **foldl op e** a cada segmento inicial de xs.

- *Ejemplo:* scanl (+) 0 computa las sumas acumuladas de una lista de números dada
scanl (+) 0 [2,4,5,8] = [0,2,6,11,19]
(los segmentos iniciales de [2,4,5,8] son [], [2], [2,4], [2,4,5] y [2,4,5,8])

Una definición eficiente de **scanl** es:

scanl :: ($\beta \rightarrow \alpha \rightarrow \beta$) -> $\beta \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\beta]$
scanl f e [] = [e]
scanl f e (x:xs) = e: scanl f (f e x) xs

scanr aplicada a un operador binario **op** y un valor inicial **e** y una lista **xs**, devuelve la lista obtenida al aplicar **foldr op e** a cada segmento final de xs.

- *Ejemplo:* scanr (+) 0 [2,4,5,8] = [19,17,13,8,0]
(los segmentos finales de [2,4,5,8] son [2,4,5,8], [4,5,8], [5,8], [8] y [])

Una definición eficiente de **scanr** es:

scanr :: ($\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \beta$) -> $\beta \rightarrow [\alpha] \rightarrow [\beta]$
scanr f e [] = [e]
scanr f e (x:xs) = f x (head ys) : ys
 where ys = scanr f e xs

- También se tienen las versiones **scanl1** y **scanr1** :: ($\alpha \rightarrow \alpha \rightarrow \alpha$) -> [α] -> [α] que se aplican sin el valor inicial **e**

- *Ejemplo:* scanl1 (+) [2,4,5,8] = [2,6,11,19]