Кортежи и списъци

Трифон Трифонов

Функционално програмиране, 2018/19 г.

21 ноември 2018 г.

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$

$(Int \to Int) \to Int \to Int$

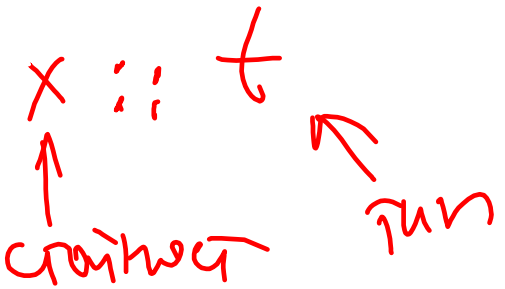
→ затиповете

\+ за списата

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$
- Стойности: наредени n-торки от вида $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, където x_i е от тип t_i



Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$
- Стойности: наредени n-торки от вида $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, където x_i е от тип t_i
- Позволяват "пакетиране" на няколко стойности в една

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$
- Стойности: наредени n-торки от вида $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, където x_i е от тип t_i
- Позволяват "пакетиране" на няколко стойности в една
- Операции за наредени двойки:

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$
- Стойности: наредени n-торки от вида $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, където x_i е от тип t_i
- Позволяват "пакетиране" на няколко стойности в една
- Операции за наредени двойки:
  - `(,) :: a -> b -> (a,b)` — конструиране на наредена двойка

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$
- Стойности: наредени n-торки от вида $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, където x_i е от тип t_i
- Позволяват "пакетиране" на няколко стойности в една
- Операции за наредени двойки:
  - `(,) :: a -> b -> (a,b)` — конструиране на наредена двойка
  - `fst :: (a,b) -> a` — първа компонента на наредена двойка

Кортежи (tuples)

Кортежите са наредени n-торки от данни от произволен тип.

- **Примери:** `(1, 2)`, `(3.5,'A', False)`, `(("square", (^2)), 1.0)`
- Тип кортеж от n елемента: $(t_1, t_2, \ldots, t_n)$
- Стойности: наредени n-торки от вида $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, където x_i е от тип t_i
- Позволяват "пакетиране" на няколко стойности в една
- Операции за наредени двойки:
  - `(,) :: a -> b -> (a,b)` — конструиране на наредена двойка
  - `fst :: (a,b) -> a` — първа компонента на наредена двойка
  - `snd :: (a,b) -> b` — втора компонента на наредена двойка

Потребителски типове

- Типът `(String, Int)` може да означава:

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква

Потребителски типове

- Типът (`String, Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**
  - `type Student = (String, Int, Double)`

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**
  - `type Student = (String, Int, Double)`
  - `type Point = (Double, Double)`

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**
  - `type Student = (String, Int, Double)`
  - `type Point = (Double, Double)`
  - `type Triangle = (Point, Point, Point)`

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**
  - `type Student = (String, Int, Double)`
  - `type Point = (Double, Double)`
  - `type Triangle = (Point, Point, Point)`
  - `type Transformation = Point -> Point`

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**
  - `type Student = (String, Int, Double)`
  - `type Point = (Double, Double)`
  - `type Triangle = (Point, Point, Point)`
  - `type Transformation = Point -> Point`
  - `type Vector = Point`

Потребителски типове

- Типът (`String`, `Int`) може да означава:
  - име и ЕГН на човек
  - продукт с описание и количество
  - сонет на Шекспир и поредният му номер
- Удобно е да именуваме типовете, за да означаваме смисъла им
- `type` <конструктор> `=` <тип>
  - конструкторите са идентификатори, започващи с главна буква
- **Примери:**
  - `type Student = (String, Int, Double)`
  - `type Point = (Double, Double)`
  - `type Triangle = (Point, Point, Point)`
  - `type Transformation = Point -> Point`
  - `type Vector = Point`
  - `addVectors :: Vector -> Vector -> Vector`
  - `addVectors v1 v2 = (fst v1 + fst v2, snd v1 + snd v2)`

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$?

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!
  - `fst` и `snd` работят само над наредени двойки!

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!
  - `fst` и `snd` работят само над наредени двойки!
- `((a,b),c)` $\neq$ `(a,(b,c))` $\neq$ `(a,b,c)`

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!
  - `fst` и `snd` работят само над наредени двойки!
- `((a,b),c)` $\neq$ `(a,(b,c))` $\neq$ `(a,b,c)`
- Няма специален тип кортеж от един елемент...

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!
  - `fst` и `snd` работят само над наредени двойки!
- `((a,b),c)` $\neq$ `(a,(b,c))` $\neq$ `(a,b,c)`
- Няма специален тип кортеж от един елемент...
- ...но има тип "празен кортеж" `()` с единствен елемент `()`

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!
  - `fst` и `snd` работят само над наредени двойки!
- `((a,b),c)` $\neq$ `(a,(b,c))` $\neq$ `(a,b,c)`
- Няма специален тип кортеж от един елемент...
- ...но има тип "празен кортеж" `()` с единствен елемент `()`
  - в други езици такъв тип се нарича `unit`

Особености на кортежите

- `fst (1,2,3)` $\longrightarrow$ Грешка!
  - `fst` и `snd` работят само над наредени двойки!
- `((a,b),c)` $\neq$ `(a,(b,c))` $\neq$ `(a,b,c)`
- Няма специален тип кортеж от един елемент...
- ...но има тип "празен кортеж" `()` с единствен елемент `()`
  - в други езици такъв тип се нарича `unit`
  - използва се за означаване на липса на информация

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

- `addVectors (x1, y1) (x2, y2) = (x1 + x2, y1 + y2)`

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

- `addVectors (x1, y1) (x2, y2) = (x1 + x2, y1 + y2)`
- `fst (x,_) = x`
- `snd (_,y) = y`

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

- `addVectors (x1, y1) (x2, y2) = (x1 + x2, y1 + y2)`
- `fst (x,_) = x`
- `snd (_,y) = y`
- `getFN :: Student -> Int`
- `getFN (_, fn, _) = fn`

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

- `addVectors (x1, y1) (x2, y2) = (x1 + x2, y1 + y2)`
- `fst (x,_) = x`
- `snd (_,y) = y`
- `getFN :: Student -> Int`
- `getFN (_, fn, _) = fn`
- образците на кортежи могат да се използват за "разглобяване" на кортежи при дефиниция

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

- `addVectors (x1, y1) (x2, y2) = (x1 + x2, y1 + y2)`
- `fst (x,_) = x`
- `snd (_,y) = y`
- `getFN :: Student -> Int`
- `getFN (_, fn, _) = fn`
- образците на кортежи могат да се използват за "разглобяване" на кортежи при дефиниция
- `(x,y) = (3.5, 7.8)`

Образци на кортежи

Образец на кортеж е конструкция от вида $(p_1, p_2, \ldots, p_n)$.
Пасва на всеки кортеж от точно n елемента $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, за който образецът p_i пасва на елемента x_i.

- `addVectors (x1, y1) (x2, y2) = (x1 + x2, y1 + y2)`
- `fst (x,_) = x`
- `snd (_,y) = y`
- `getFN :: Student -> Int`
- `getFN (_, fn, _) = fn`
- образците на кортежи могат да се използват за "разглобяване" на кортежи при дефиниция
- `(x,y) = (3.5, 7.8)`
- `let (_, fn, grade) = student in (fn, min (grade + 1) 6)`

Именувани образци

- намиране на студент с по-висока оценка

```
betterStudent (name1, fn1, grade1) (name2, fn2, grade2)
  | grade1 > grade2 = (name1, fn1, grade1)
  | otherwise       = (name2, fn2, grade2)
```

Именувани образци

- намиране на студент с по-висока оценка

```
betterStudent (name1, fn1, grade1) (name2, fn2, grade2)
  | grade1 > grade2 = (name1, fn1, grade1)
  | otherwise       = (name2, fn2, grade2)
```

- ами ако имахме 10 полета?

Именувани образци

- намиране на студент с по-висока оценка

```
betterStudent (name1, fn1, grade1) (name2, fn2, grade2)
  | grade1 > grade2 = (name1, fn1, grade1)
  | otherwise       = (name2, fn2, grade2)
```

- ами ако имахме 10 полета?
- удобно е да използваме именувани образци

Именувани образци

- намиране на студент с по-висока оценка

```
betterStudent (name1, fn1, grade1) (name2, fn2, grade2)
  | grade1 > grade2 = (name1, fn1, grade1)
  | otherwise       = (name2, fn2, grade2)
```

- ами ако имахме 10 полета?
- удобно е да използваме именувани образци
- <име>@<образец>

Именувани образци

- намиране на студент с по-висока оценка

```
betterStudent (name1, fn1, grade1) (name2, fn2, grade2)
  | grade1 > grade2 = (name1, fn1, grade1)
  | otherwise       = (name2, fn2, grade2)
```

- ами ако имахме 10 полета?
- удобно е да използваме именувани образци
- <име>@<образец>

```
betterStudent s1@(_, _, grade1) s2@(_, _, grade2)
  | grade1 > grade2 = s1
  | otherwise       = s2
```

Списъци

Дефиниция

1. Празният списък `[]` е списък от тип `[a]`
2. Ако `h` е елемент от тип `a` и `t` е списък от тип `[a]` то `(h : t)` е списък от тип `[a]`
   - `h` — глава на списъка
   - `t` — опашка на списъка

Списъци

Дефиниция

1. Празният списък `[]` е списък от тип `[a]`
2. Ако `h` е елемент от тип `a` и `t` е списък от тип `[a]` то `(h : t)` е списък от тип `[a]`
   - `h` — глава на списъка
   - `t` — опашка на списъка

- списъкът е последователност с произволна дължина от елементи от еднакъв тип

Списъци

Дефиниция

1. Празният списък `[]` е списък от тип `[a]`
2. Ако `h` е елемент от тип `a` и `t` е списък от тип `[a]` то `(h : t)` е списък от тип `[a]`
   - `h` — глава на списъка
   - `t` — опашка на списъка

- списъкът е последователност с произволна дължина от елементи от еднакъв тип
- `(:) :: a -> [a] -> [a]` е дясноасоциативна двуместна операция

Списъци

Дефиниция

1. Празният списък `[]` е списък от тип `[a]`
2. Ако `h` е елемент от тип `a` и `t` е списък от тип `[a]` то `(h : t)` е списък от тип `[a]`
   - `h` — глава на списъка
   - `t` — опашка на списъка

- списъкът е последователност с произволна дължина от елементи от еднакъв тип
- `(:) :: a -> [a] -> [a]` е дясноасоциативна двуместна операция
- `(1:(2:(3:(4:[])))) = 1:2:3:4:[] ≠ ((((1:2):3):4):[])`

Списъци

Дефиниция

[1|[2|[3|[]]] = [1,2,3]

1. Празният списък `[]` е списък от тип `[a]`
2. Ако `h` е елемент от тип `a` и `t` е списък от тип `[a]` то `(h : t)` е списък от тип `[a]`
   - `h` — глава на списъка
   - `t` — опашка на списъка

- списъкът е последователност с произволна дължина от елементи от еднакъв тип [x|y] ≠ [x,y]
- `(:) :: a -> [a] -> [a]` е дясноасоциативна двуместна операция
- `(1:(2:(3:(4:[])))) = 1:2:3:4:[] ≠ ((((1:2):3):4):[])`
- $[a_1, a_2, \ldots, a_n]$ е по-удобен запис за $a_1 : (a_2 : \ldots (a_n : []) \ldots)$

Списъци

Дефиниция

1. Празният списък `[]` е списък от тип `[a]`
2. Ако `h` е елемент от тип `a` и `t` е списък от тип `[a]` то `(h : t)` е списък от тип `[a]`
   - `h` — глава на списъка
   - `t` — опашка на списъка

- списъкът е последователност с произволна дължина от елементи от еднакъв тип
- `(:) :: a -> [a] -> [a]` е дясноасоциативна двуместна операция
- `(1:(2:(3:(4:[])))) = 1:2:3:4:[] ≠ ((((1:2):3):4):[])`
- `[`a_1`, `a_2`, ..., `a_n`]` е по-удобен запис за a_1`:(`a_2`:...(`a_n`:[])...)`
- `[1,2,3,4] = 1:[2,3,4] = 1:2:[3,4] = 1:2:3:[4] = 1:2:3:4:[]`

Примери

- `[False] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: ?`

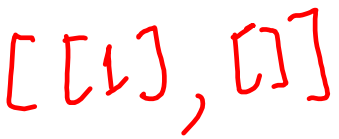
Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`

`[x] = x:[]`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: ?`

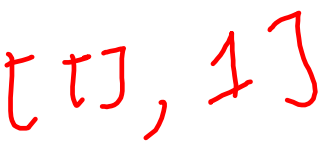


Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ?`



Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`
- `[[1,2,3],[]] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`
- `[[1,2,3],[]] :: [[Int]]`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`
- `[[1,2,3],[]] :: [[Int]]`
- `[[1,2,3],[[]]] :: ?`

Int ≠ [b]

[Int] [[b]] [a]

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`
- `[[1,2,3],[]] :: [[Int]]`
- `[[1,2,3],[[]]] :: ⊥`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`
- `[[1,2,3],[]] :: [[Int]]`
- `[[1,2,3],[[]]] :: ⊥`
- `[1,2,3]:[4,5,6]:[[]] :: ?`

Примери

- `[False] :: [Bool]`
- `["Иван", 4.5] :: ⊥`
- `[1]:2 :: ⊥`
- `[[1,2],[3],[4,5,6]] :: [[Int]]`
- `([1,2],[3],[4,5,6]) :: ([Int],[Int],[Int])`
- `[(1,2),(3),(4,5,6)] :: ⊥`
- `((1,2),(3),(4,5,6)) :: ((Int,Int),Int,(Int,Int,Int))`
- `[[]] :: [[a]]`
- `[]:[] :: [[a]]`
- `[1]:[[]] :: [[Int]]`
- `[]:[1] :: ⊥`
- `[[1,2,3],[]] :: [[Int]]`
- `[[1,2,3],[[]]] :: ⊥`
- `[1,2,3]:[4,5,6]:[[]] :: [[Int]]`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`
  - `'H':'e':"llo" == "Hello"`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`
  - `'H':'e':"llo" == "Hello"`
  - `"" == [] :: [Char]`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`
  - `'H':'e':"llo" == "Hello"`
  - `"" == [] :: [Char]`
  - `[[1,2,3],""] :: ?`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`
  - `'H':'e':"llo" == "Hello"`
  - `"" == [] :: [Char]`
  - `[[1,2,3],""] :: ⊥`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`
  - `'H':'e':"llo" == "Hello"`
  - `"" == [] :: [Char]`
  - `[[1,2,3],""] :: ⊥`
  - `["12",['3'],[]] :: ?`

Низове

- В Haskell низовете са представени като списъци от символи
- `type String = [Char]`
- Всички операции над списъци важат и над низове
- **Примери:**
  - `['H', 'e', 'l', 'l', 'o' ] == "Hello"`
  - `'H':'e':'l':'l':'o':[] == "Hello"`
  - `'H':'e':"llo" == "Hello"`
  - `"" == [] :: [Char]`
  - `[[1,2,3],""] :: ⊥`
  - `["12",['3'],[]] :: [String]` = `[[Char]]`

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$?

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `tail :: [a] -> [a]` — връща опашката на (непразен) списък

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `tail :: [a] -> [a]` — връща опашката на (непразен) списък
  - `tail [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$?

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `tail :: [a] -> [a]` — връща опашката на (непразен) списък
  - `tail [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[[3,4]]`

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `tail :: [a] -> [a]` — връща опашката на (непразен) списък
  - `tail [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[[3,4]]`
  - `tail []` $\longrightarrow$ Грешка!

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `tail :: [a] -> [a]` — връща опашката на (непразен) списък
  - `tail [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[[3,4]]`
  - `tail []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `null :: [a] -> Bool` — проверява дали списък е празен

Основни функции за списъци

- `head :: [a] -> a` — връща главата на (непразен) списък
  - `head [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[1,2]`
  - `head []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `tail :: [a] -> [a]` — връща опашката на (непразен) списък
  - `tail [[1,2],[3,4]]` $\longrightarrow$ `[[3,4]]`
  - `tail []` $\longrightarrow$ Грешка!
- `null :: [a] -> Bool` — проверява дали списък е празен
- `length :: [a] -> Int` — дължина на списък

Генератори на списъци

Можем да генерираме списъци от последователни елементи

- $[a..b] \rightarrow [a, a+1, a+2, \ldots b]$
- **Пример:** `[1..5]` $\longrightarrow$ `[1,2,3,4,5]`
- **Пример:** `['a'..'e']` $\longrightarrow$ `"abcde"`
- Синтактична захар за `enumFromTo from to`

Генератори на списъци

Можем да генерираме списъци от последователни елементи

- $[a..b] \rightarrow [a, a+1, a+2, \ldots b]$
- **Пример:** `[1..5]` $\longrightarrow$ `[1,2,3,4,5]`
- **Пример:** `['a'..'e']` $\longrightarrow$ `"abcde"`
- Синтактична захар за `enumFromTo from to`

- $[a, a+\Delta x .. b] \rightarrow [a, a+\Delta x, a+2\Delta x, \ldots, b']$, където b' е най-голямото число $\leq b$, за което $b' = a + k\Delta x$
- **Пример:** `[1,4..15]` $\longrightarrow$ `[1,4,7,10,13]`
- **Пример:** `['a','e'..'z']` $\longrightarrow$ `"aeimquy"`
- Синтактична захар за `enumFromThenTo from then to`

Рекурсивни функции над списъци

- `(++) :: [a] -> [a] -> [a]` — слепва два списъка
  - `[1..3] ++ [5..7]` $\longrightarrow$ `[1,2,3,5,6,7]`

Рекурсивни функции над списъци

- `(++) :: [a] -> [a] -> [a]` — слепва два списъка
  - `[1..3] ++ [5..7]` $\longrightarrow$ `[1,2,3,5,6,7]`
- `a ++ b = if null a then b else head a : tail a ++ b`

Рекурсивни функции над списъци

- `(++) :: [a] -> [a] -> [a]` — слепва два списъка
  - `[1..3] ++ [5..7]` $\longrightarrow$ `[1,2,3,5,6,7]`
- `a ++ b = if null a then b else head a : tail a ++ b`
- `reverse :: [a] -> [a]` — обръща списък
  - `reverse [1..5]` $\longrightarrow$ `[5,4,3,2,1]`

Рекурсивни функции над списъци

- `(++) :: [a] -> [a] -> [a]` — слепва два списъка
  - `[1..3] ++ [5..7]` $\longrightarrow$ `[1,2,3,5,6,7]`
- `a ++ b = if null a then b else head a : tail a ++ b`
- `reverse :: [a] -> [a]` — обръща списък
  - `reverse [1..5]` $\longrightarrow$ `[5,4,3,2,1]`

```
reverse a
  | null a     = a
  | otherwise = reverse (tail a) ++ [head a]
```