

# Izpeljava tipov

Tip podatka pove, kakšna je struktura podatka.

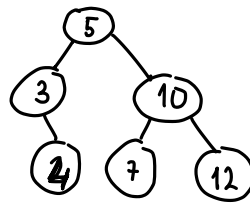
$p : \text{int} \times \text{bool}$  → struktura (je urejeni par, ...)

$p : \{ n : \text{int} \mid n \text{ je praštevilko} \}$

$$n \neq 1 \wedge \neg \exists k, j \in \mathbb{N}. k, j > 1 \wedge n = k \cdot j$$

Iskalno drevo: → tip

- dvojiško drevo (struktura)
- "iskalno": levo so manjši, desno večji (lastnost)



## Vrste tipov

- Striktni tipi: vsak izraz ima natančno določen tip (Java, Ocaml, Haskell)  
(protiprimari: λ-račun, assembler)

• Statični / dinamični

↓  
preverijo jih  
prevajalnik (tolmač)  
pred izvajanjem programa

(Java, Ocaml, C/C++, Haskell)

↓  
preverjajo se med izvajanjem

(Python, Javascript, scheme, ...)

Preverjanje tipov : programer poda tipe (spremenljivk, funkcij)  
 Java, C/C++, ... preverjalnik preveri, da se tipi skladajo  
 Python

```
public static int f(String s) {
    s.metoda()
}
```

↑ Ali String ima to metodo?

Izpeljava tipov : Preverjalnik sam ugotovi tipe izrazov (spremenljivk, funkcij)

Java:

```
int x = 5;
```

OCaml

```
let x = 5
    ugotovi, da je x: int
```

Ali naj programer zapiše tip spremenljivke / funkcije, ... ?

```
public static int f(int x, int y) {
    return 5*x+y;
}
```

```
let f x y = 5*x + y
    ↳ izpelje
    int → int → int
```

```
f :: Int → Int → Int
f x y = 5*x + y
```

Kakšnega tipa je

5

int, unsigned int, Integer, float, byte

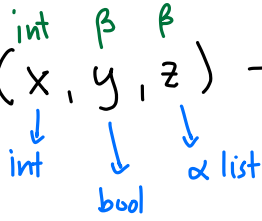


Parametrični tipi = tipi vsebujejo parametre  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$

(Ocaml: 'a, 'b, 'foo, ...)

(Haskell: a, b, c, ...)

fun (x, y, z) → (z, y, x+2) tip?



int \* bool \* α list → α list \* bool \* int

int \* β \* β → β \* β \* int

Najbolj splošen tip:

int \* α \* β → β \* α \* int

Vsak drug tip dobimo tako, da vstavimo neke tipe za  $\alpha$  in  $\beta$ :

$\alpha = \text{bool}$        $\beta = \alpha \text{ list}$

$\alpha = \beta$            $\beta = \beta$

GLAVNI TIP izraza e

tisti tip, ki je najbolj splošen:

vse ostale tipe, ki jih ima e, dobimo iz glavnega z vstavljanjem tipov za parametre

Izpeljava tipa:

e → ugotovimo (izpeljemo) tip e

false → bool

[3; 5; 8] → int list

fun x → x

glavni tip  $\alpha \rightarrow \alpha$

3 + false NIMA TIPA

Naloga: izrazu e določi glavni tip, ali ugotovi da e nima tipa

if  $x < 7$  then 15 else []  
 $\downarrow$  int                     $\downarrow$  list

NIMA TIPA

fun  $x$   $y$   $\rightarrow$  if  $3 < 5$  then  $x$  else  $y$   
 $\alpha$     $\beta$                      $\alpha$     $\beta$   
int int                    int int  
bool  
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{\alpha}$

KANDIDAT TA TIP:  $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$

ENACBE:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{int} = \text{int} \\ \text{int} = \text{int} \\ \text{bool} = \text{bool} \\ \alpha = \beta \end{array} \right.$

fun  $x$   $\rightarrow$  if  $x < 5$  then false else  $x$   
int int                    bool  
bool  
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{bool}}$

KANDIDAT:  $\alpha \rightarrow \text{bool}$

ENACBE:  $\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \text{int} \\ \text{int} = \text{int} \\ \text{bool} = \text{bool} \\ \text{bool} = \alpha \end{array} \right.$

$\alpha = \text{int} \times \alpha$  ?  
 $= \text{int} \times (\text{int} \times \alpha)$   
 $= \text{int} \times (\text{int} \times (\text{int} \times \alpha))$   
 $= \dots$   
 $= \text{int} \times (\text{int} \times (\text{int} \times (\dots)))$



Primer:

$$\text{fun } x \rightarrow (\text{snd } x + 2, \text{fst } x)$$

Uganemo:  $\alpha * \text{int} \rightarrow \text{int} * \alpha$

$$\text{fun } x \rightarrow (\underbrace{\underbrace{\text{snd } x + 2}_{\alpha}}_{\gamma = \text{int}} \underbrace{\text{fst } x}_{\beta * \text{int}})$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{int} * \beta}$

$\alpha = \beta * \gamma \checkmark$   
 $\gamma = \text{int} \checkmark$

$(\beta * \text{int} = \delta * \epsilon)$   
 $\delta = \beta \quad \text{int} = \epsilon$

$\beta * \text{int} \rightarrow \text{int} * \beta$

Primer:

$$\text{fun } f \ x \rightarrow f(x, 3)$$

$\alpha \quad \beta \quad \underbrace{\alpha \quad \beta \quad \text{int}}_{\beta * \text{int}}$   
 $\downarrow \quad \downarrow$   
 $\beta * \text{int} \rightarrow \gamma \quad \beta * \text{int} \rightarrow \gamma$   
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{\gamma}$

1.  $\alpha = \beta * \text{int} \rightarrow \gamma \checkmark$

$(\beta * \text{int} \rightarrow \gamma) \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$

$$\text{fun } x \rightarrow x \ x$$

$\alpha = \alpha \rightarrow \beta$

$\alpha$  se pojavi na desni  
NI RESITVE.

$\alpha = (\dots \beta) \rightarrow \beta$