

Podtipi & objekti

Polimorfizem $\leadsto$ izraz ima več tipov

$\text{fun } x \rightarrow (\text{fun } y \rightarrow (x, y)) : \alpha \rightarrow \beta \rightarrow \alpha * \beta$

poljubna

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

$42 \rightarrow \text{int}$
 $\searrow$
 float

$\nearrow \text{int}$
 $42 + 7 \quad \checkmark$
 $\sin(42) \quad \checkmark$
 $\hookrightarrow \text{float}$

$\text{int } x$
 $\sin(x)$
 $\downarrow$
pretvori int v float

Podtipi

Tip A je podtip tipa B, če lahko vrednosti tipa A uporabljamo, kot da bi imele tip B. (*)

$A \leq B$ "A je podtip B"

Primer: $\text{int} \leq \text{float}$ (v mnogih jezikih, ne v OCaml)

(*) kot pravilo:

$$\frac{e : A \quad A \leq B}{e : B}$$

Pozor: $A \leq B$ ni nujno "podmnožica"
(glej podtipe zapisov)

Splošna pravila za $\leq$

$$\begin{array}{c} \frac{}{A \leq A} \\ \text{refleksivnost} \end{array} \quad \frac{A \leq B \quad B \leq C}{A \leq C} \quad \text{transitivnost}$$

šibka urejenost

~~$$\frac{A \leq B \quad B \leq A}{A = B} \quad ?$$~~

antisimetričnost

ne velja v splošnem
(glej podtipe zapisov)

Pravilo za produkt:

$$\frac{A_1 \leq B_1 \quad A_2 \leq B_2}{A_1 \times A_2 \leq B_1 \times B_2}$$

Primer: $\text{int} \leq \text{float}$
 $(3, 1.7) : \text{float} \times \text{float}$
 $\uparrow$
 int

Pravilo za funkcije: !!

PAZI

$$\frac{B_1 \leq A_1 \quad A_2 \leq B_2}{(A_1 \rightarrow A_2) \leq (B_1 \rightarrow B_2)}$$

Primer:

$$\frac{A_1 \quad A_2}{(\text{float} \rightarrow \text{float})} \leq \frac{B_1 \quad B_2}{(\text{int} \rightarrow \text{float})} \quad \checkmark$$

$$\begin{array}{ll} B_1 \leq A_1 ? & \text{int} \leq \text{float} \quad \checkmark \\ A_2 \leq B_2 ? & \text{float} \leq \text{float} \quad \checkmark \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{sin} : \text{float} \rightarrow \text{float} \\ \text{int} \rightarrow \text{float} ? \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{int} \leq \text{float} \\ f : \text{int} \rightarrow \text{int} \\ f : \text{int} \rightarrow \text{float} ? \quad \checkmark \\ \quad \quad \quad 4 \quad \quad \quad 42 \\ f : \text{float} \rightarrow \text{int} ? \quad \times \\ \quad \quad \quad 3.7 \end{array}$$

Podtipi zapisov

Tip zapisa:
(record)

$\{ \text{ime} : \text{string} ; \text{priimek} : \text{string} ; \text{rojstvo} : \text{datum} \}$
↑ ↑
polja (field)

$\{ l_1 : \tau_1 , l_2 : \tau_2 , \dots , l_n : \tau_n \}$

$\{ l_i : \tau_i \}_{i=1}^n$

Primer:

kompleksno število : tip $\{ \text{re} : \text{float} , \text{im} : \text{float} \}$
vrednost $\{ \text{re} = 3.1 , \text{im} = -0.7 \}$

Podtipi zapisov:

SNEMAJ

→ po širini

→ vrstni red

→ po globini

Podtipi v širino:

$\text{point} = \{ x : \text{float} , y : \text{float} \}$

$\text{cpoint} = \{ x : \text{float} , y : \text{float} , c : \text{color} \}$

$\text{cpoint} \leq \text{point}$

Ali obravnavamo

$\{ x : \text{int} , y : \text{float} \}$ in $\{ y : \text{float} , x : \text{int} \}$

kot enaka tipa? DA.

$$\{ \underset{l_1}{\overset{\tau_1}{x}} : \text{float}, \underset{l_2}{\overset{\tau_2}{c}} : \text{color}, \underset{l_3}{\overset{\tau_3}{y}} : \text{int} \} \leq \{ \underset{k_1}{\overset{\sigma_1}{y}} : \text{int}, \underset{k_2}{\overset{\sigma_2}{x}} : \text{float} \} \quad \checkmark$$

$n=3 \qquad j=2 \qquad m=2$

Pravilo

$$\forall j \in \{1, \dots, m\}. \exists i \in \{1, \dots, n\}. k_j = l_i \wedge \sigma_j = \tau_i$$

$$\{ l_i : \tau_i \}_{i=1}^n \leq \{ k_j : \sigma_j \}_{j=1}^m$$

↑
imena polj (lejabli)

Primer :

$$\{ x : \text{float}, c : \text{color}, y : \text{int} \} \leq \{ \overset{\text{prepovedano}}{x} : \text{float}, \overset{\text{prepovedano}}{x} : \text{float}, y : \text{int} \}$$

Se ne zgodi

Primer: $\{ l_1 : \tau_1, \dots, l_n : \tau_n \} \leq \{ \}$

Podtipi v globino:

$$\frac{\tau_1 \leq \sigma_1 \quad \tau_2 \leq \sigma_2 \quad \dots \quad \tau_n \leq \sigma_n}{\{ l_1 : \tau_1, \dots, l_n : \tau_n \} \leq \{ l_1 : \sigma_1, \dots, l_n : \sigma_n \}}$$

Primer: $\{ x = 3; y = 5 \} : \{ x : \text{int}, y : \text{int} \}$
 $\wedge$
 $\{ x : \text{float}, y : \text{float} \}$ ✓

Podtipi v širino & globino:

= spremenimo $\leq$

za vsak $j \leq m$ obstaja $i \leq n$, da je $l_i = k_j$ in $A_i \leq B_j$

$$\{ l_1 : A_1; \dots; l_n : A_n \} \leq \{ k_1 : B_1; \dots; k_m : B_m \}$$

```
A = { mutable x : int; mutable y : int }
```

in

```
B = { mutable x : float; mutable y : float }
```

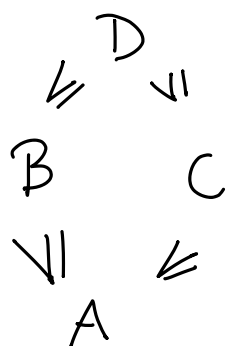
$a = \{ x=3 ; y=5 \} : A$

$a.x \leftarrow 7$

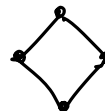
$a = \{ x=7 ; y=5 \}$

Če $a : B$ potem

$a.x \leftarrow 3.6$ **NE GRE**



"diamond"



class A extends ~~B, C~~

Podtipi na nivoju vmesnikov (API)

signatura

Sig

type t

val size : t → int

Objektno programiranje

ukazno programiranje (C, strojna koda, Fortran, Algol, Simula, Oberon)

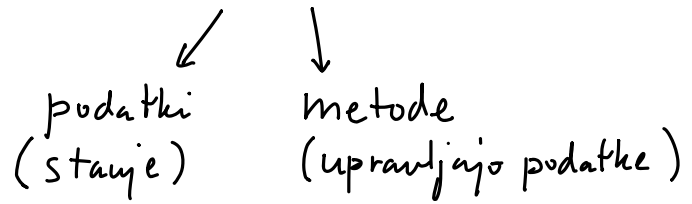
ukazi manipulirajo stanje

pomembne

registri

tabeli, spremenljivke

"Paketni" stanja $\rightsquigarrow$ OBJEKTI



Zapis : polja s podatki

objekt : atributi s podatki + metode
this/self objekt se lahko sklicuje sam nase

Objekt = rekurzivni zapis

- Strukturni podtipi (duck subtyping) 

$A \leq B$ ker to dopušča struktura tipov A in B
(pogledamo, kako sta A in B namejena)

- Nominalni podtipi
podtipi so določeni s hierarhijo,
ki jo določi programer

Java: podrazredi

$A \leq B$

public class A extends B {
...}

Java:

class A { int x; }

Polyje / atributi
→ int x

class B extends A { int y; } → int x, int y

class C { int x; int y } → int x, int y

Nominalno

$B \leq A$

~~$C \leq A$~~

Strukturalno

$B \leq A$

$C \leq A$