

Podtipi & objekti

Polimorfizem:

izraz ima več tipov

Podtipi:

če ima izraz e tip A in je A podtip od B ,
potem lahko e uporabljamo, kot da bi imel tip B .

Ideja: A je podtip B , če lahko vrednosti tipa A
uporabljamo, kot da bi imele tip B .

Pišemo

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

V nekaterih jezicah:

$\text{int} \leq \text{float}$

$\text{bool} \leq \text{int} ?$

(false $\rightarrow 0$
true $\rightarrow 1$)
 \Rightarrow true + 7

Splošna pravila

~~$(x+y) \cdot z = x \cdot z + y \cdot z$~~

$\frac{}{A \leq A}$ refleksivnost

$\frac{A \leq B \quad B \leq C}{A \leq C}$ tranzitivnost

$$? \quad \frac{A \leq B \quad B \leq A}{A = B} \quad \text{antisimetričnost}$$

Običajno te lastnosti za podtipe ne privzamemo.

Primer:

$$\begin{aligned} \text{int} &\leq \text{float} \\ \text{float} &\leq \text{int} \end{aligned}$$

Pravila za produkt

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

Za funkcijski tip

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

$$\begin{aligned} f: A_1 &\rightarrow A_2 \\ b: B_1 &\text{ in } \cancel{A_1 \leq B_1} \\ &\quad \quad \quad B_1 \leq A_1 \\ fb: &A_2 \end{aligned}$$

Pravimo, da je $A \rightarrow B$ kontravarianten v argumentu A in kovarianten v argumentu B .
(obrne smer, smisel) (ohranja smer, smisel)

Primer: Dokazimo, da je $\text{int} \leq \text{float}$. Ali velja

$$\underset{2)}{(\text{int} \rightarrow \text{float})} \rightarrow \underset{1)}{\text{float}} \leq \underset{2)}{(\text{float} \rightarrow \text{float})} \rightarrow \underset{1)}{\text{float}} ?$$

Preverimo:

$$1) \quad \text{float} \leq \text{float} \quad \checkmark$$

$$2) \quad \underset{2.2}{\text{float}} \rightarrow \underset{2.1}{\text{float}} \leq \underset{2.2}{\text{int}} \rightarrow \underset{2.1}{\text{float}}$$

$$2.1) \quad \text{float} \leq \text{float} \quad \checkmark$$

$$2.2) \quad \text{int} \leq \text{float} \quad \checkmark$$



Primer: $F := \lambda f: \text{int} \rightarrow \text{float} . f(0) + f(1) + f(2)$
 $(\text{int} \rightarrow \text{float}) \rightarrow \text{float}$

$F \cos = \cos 0 + \cos 1 + \cos 2 : \text{float} \checkmark$
 \uparrow
 $\text{float} \rightarrow \text{float} ?$

Splošno pravilo:

(subsumption)

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

To pravilo lahko razumemo na dva načina:

- 1.) e dejansko ima tip A in tip B
- 2.) e lahko pretvorimo iz tipa A v tip B
 (coercion, cast)

Tu gre za implicitno pretvorbo (nisimo označili dejstva, da je e pretvojen)

Eksplicitna pretvorba:

• Java:

class B { ... }

class A extends B { ... }

A e = new A(....);

B e' = (A)e

explicitna pretvorba

• C: int x = 5;
 (float)x

float y = 3.14;
 (int)y

Podtip po širini:

Ohranjawa:

$$\{l_1:A_1; l_2:A_2; \dots; l_n:A_n\}$$

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

za vsak j obstaja i , da velja

$$l_i = l_j \text{ in } A_i = B_j$$

$$\{l_i:A_i\}_{i=1}^m \leq \{k_j:B_j\}_{j=1}^m$$

Primer: $\{x:\text{int}; z:\text{bool}; y:\text{float}\} \leq \{x:\text{int}; y:\text{float}\}$? Da.

Vaja: Ali obstaja tip zapisa $\{k_j:B_j\}_{j=1}^m$, ki je nadtip vseh ostalih tipov zapisov?

Da: prazen zapis

$$\{l_i:A_i\}_{i=1}^m \leq \{\}$$

Podtipi zapisov po globini

Recimo $\text{int} \leq \text{float}$.

$$A = \{x:\text{int}; y:\text{int}\}$$

$$B = \{x:\text{float}; y:\text{float}\}$$

Pričakujemo $A \leq B$ ker lahko pretvorimo polje:

$$e:A$$

$$e.x:\text{int} \leq \text{float}$$

$$e.y:\text{int} \leq \text{float}$$

Pravilo:

za vsak j obstaja i , da je

$$n=m \quad k_j = l_i \text{ in } A_i \leq B_j$$

$$\{l_i:A_i\}_{i=1}^m \leq \{k_j:B_j\}_{j=1}^m$$

Primer: $\{ \underline{y: int}; \underline{x: float} \} \leq \{ \underline{x: float}; \underline{y: float} \} ?$
 $float \leq float? \checkmark$
 $int \leq float? \checkmark$ Da.

Kombinirano pravilo za širino in globino:

za vsak j obstaja i , da velja

$$l_i = k_j \text{ in } A_i \leq B_j$$

$$\{ l_i: A_i \}_{i=1}^m \leq \{ k_j: B_j \}_{j=1}^m$$

Zapisi s spremenljivimi polji

$q: \{ x: int; y: int \}$

ne moremo spremenjati vrednosti polja z

$p: \{ mutable\ x: int; mutable\ y: int \}$

kakšno spremenimo:

$$p.x \leftarrow 20$$

Primer:

$A = \{ mutable\ x: int; mutable\ y: int \}$

$B = \{ mutable\ x: int \}$

$A \leq B ?$

$p: A$

$p.x \checkmark$

$p.x \leftarrow 7 \checkmark$

DA.

Podtipi po širini so OK tudi za spremenljiva polja.

Primer:

$A = \{ mutable\ x: int; mutable\ y: int \}$

$B = \{ mutable\ x: float; mutable\ y: float \}$

$A \leq B ?$

$p: A$

$p.x: int \leq float \checkmark$ kovarianca

$p.y: int \leq float \checkmark$

$p.x \leftarrow 2.7$ kontravarianca

$float \leq int$ ne velja!

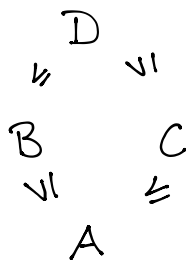
Podtipi po globini ne delujejo, ker je spreminjanje vrednosti podja kontravariantno.

Problem koherence podtipov

Denimo, da
$$\frac{e:A \quad A \subseteq B}{e:B}$$

previdalnih uveljani je implicitno pretvorbo e -ja iz A v B .

Težava:



Imamo dva načina pretvorbe iz A v D :

- 1) $e:A$ pretvorimo v $e:B$ pretvorimo v $e:D$
- 2) $e:A \rightsquigarrow e:C \rightsquigarrow e:D$

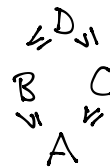
Ali smo obakrat dobili isto vrednost $e:D$?

V objektnih jezikih:

public class A extends B { }

public class A extends B, C { }

veikratno dedovanje
(multiple inheritance)



public class B extends D { }

public class C extends D { }

Objekti in zapisi

zapis: • polja

objekt: • atributi
• metode
• se sklicuje sam nase (this, self...)

Skiciranje objekta samega nase:

Object

val x = 10
val y = 20 } atributi

method get-x = x
method put-y a = (y ← a) } metode

end

```
public class C {  
    int x; } atribut  
    int y; }  
    konstruktor { C(....) { ... }  
    metoda { int f(....) { ... }  
}
```

Atributi so skriti: tip objekta ne določa atributov
(vsak objekt ima svoj nabor atributov)

Metode so polja.

Shlic sam nase → rekurzija: objekti so rekurzivni zapisi