

## **prog\_func**

- substitution model
  - teorema del  $\lambda$ -calcolo
  - call-by-name (CBN)
  - call-by-value (CBV)
- operators
  - lists
- Higher order functions (HOF)
- Hierarchy
- tips and tricks

## substitution model

it is based on  $\lambda$ -calculus. Scala normalmente utilizza la strategia di valutazione call-by-value, ma se il tipo dell'argomento di un parametro è preceduto da `=>` applica al parametro la strategia di valutazione call-by-name.

### teorema del $\lambda$ -calcolo

Se la valutazione call-by-value di un'espressione termina, allora anche la valutazione call-by-name dell'espressione termina e le valutazioni producono il medesimo valore.

Il viceversa non vale.

### call-by-name (CBN)

La valutazione degli argomenti viene posticipata, il rewriting dell'applicazione della funzione viene applicato senza ridurre gli argomenti.

### call-by-value (CBV)

Gli argomenti della funzione vengono valutati prima di effettuare il rewriting dell'applicazione di funzione.

Data la definizione

```
class C( $x_1, \dots, x_m$ ){... def f( $y_1, \dots, y_n$ ) = B ...}
```

L'espressione

```
new C( $v_1, \dots, v_m$ ).f( $w_1, \dots, w_n$ )
```

viene riscritta come

```
 $[w_1/y_1, \dots, w_n/y_n][v_1/x_1, \dots, v_m/x_m][\text{new C}(v_1, \dots, v_m)/\text{this}]B$ 
```

## operators

### lists

- `cons => ::`

```
val list = 1 :: 2 :: 3 :: Nil
assert(list == list.head :: list.tail)
```

## Higher order functions (HOF)

function that takes as an argument another function or that returns another function. currying

```
def sum(f: Int => Int)(a: Int, b: Int): Int =
  if (a > b) 0 else f(a) + sum(f)(a + 1, b)
// sum of squares between a and b
sum(x => x * x)(2,3)
// sum of cubes between a and b
sum(x => x * x * x)(2,3)
```

## Hierarchy

$S <: T$  significa *S è un sottotipo di T*

$S >: T$  significa *S è un supertipo di T* (anche *T è un sottotipo di S*)

$[S >: T1 <: T2]$  significa *S è supertipo di T1 e sottotipo di T2*

### Il principio di sostituzione di Liskov

Se  $A <: B$ , tutto ciò che è possibile fare con un valore di tipo **B** deve essere possibile anche per ogni valore del tipo **A**.

Più formalmente:

### Il principio di sostituzione di Liskov (II)

Sia  $P(x)$  una proprietà dimostrabile per tutti gli oggetti **x** di tipo **B**. Se  $A <: B$  allora  $P(y)$  deve essere dimostrabile per tutti gli oggetti **y** di tipo **A**.

---

Consideriamo un tipo parametrizzato  $C[T]$ , e siano  $A$  e  $B$  tipi per cui

$A <: B$

in generale ci sono tre possibili relazioni fra  $C[A]$  e  $C[B]$ :

$C[A] <: C[B]$      $C$  è *covariante* in  $T$

$C[A] >: C[B]$      $C$  è *controvariante* in  $T$

Nessuna delle due precedenti vale     $C$  non è variante (è invariante) in  $T$

Scala permette di dichiarare il **tipo di varianza di un tipo parametro** mediante l'annotazione del tipo parametro:

`class C[+T]`     $C$  è *covariante* in  $T$

`class C[-T]`     $C$  è *controvariante* in  $T$

`class C[T]`     $C$  non è variante in  $T$  (è invariante)

In generale per i tipi funzionali vale la seguente regola:

	$A1 >: A2$	
se	e	allora
	$B1 <: B2$	$A1 \Rightarrow B1 <: A2 \Rightarrow B2$

## tips and tricks

- use `require` like python `assert`
- there is only one true constructor

```
class Rational(x: Int, y: Int)
  require(y > 0, "denominator must be positive")
  val num = x / gcd(abs(x), y);
  val den = y / gcd(abs(x), y);
  def this(x: Int) = this(x,1)
```

- be careful when overloading that ends with :

```
class C(val x: Int) {
  def *(that: C): C = new C(this.x * that.x)
  def /(that: C): C = new C(this.x / that.x)
  def @(that: C): C = new C(this.x / that.x)
  def &(that: C): C = new C(this.x / that.x)
  override def toString: String = "(" + x.toString + ")"
```

```

}
val uno= new C(1) // C = (1)
val due = new C(2) // C = (2)
val tre = new C(3) // C = (3)
val sei = due * tre // C = (6)
val uno2 = due /: tre // C = (1) - in quanto uguale a tre./:(due)
val zero = tre @: due // C = (0) - in quanto uguale a due.@:(tre)
val zero2 = tre &: due // C = (0) - in quanto uguale a due.&:(tre)

```