

EDAA45 Programmering, grundkurs

Läsvecka 3: Funktioner, objekt

Björn Regnell

Datavetenskap, LTH

Lp1-2, HT 2016

3 Funktioner, objekt

- Kursombud
- Funktioner
- Objekt
- Funktioner är objekt
- Rekursion

Kursombud

Fastställa kursombud

- Glädjande nog är det många intresserade!
- Instruktioner från studierådet:
min 2 max 4 D-are
min 2 max 4 W-are
- Vi lottar med lite lajvkodning inspirerat av:

```
1 scala> val kursombud = Vector("Kim Finkodare", "Robin Schnellhacker")  
2 scala> scala.util.Random.shuffle(kursombud).take(1)
```

Funktioner

Deklarera funktioner, överlagring

- En parameter, och sedan två parametrar:

```
1 scala> :paste
2   def öka(a: Int): Int = a + 1
3   def öka(a: Int, b: Int) = a + b
4
5 scala> öka(1)
6 res0: Int = 2
7
8 scala> öka(1,1)
9 res1: Int = 2
```

- Båda funktionerna ovan kan finnas samtidigt! Trots att de har samma namn är de **olika** funktioner; kompilatorn kan skilja dem åt med hjälp av de olika parameterlistorna.
- Detta kallas **överlagring** (eng. *overloading*) av funktioner.

Tom parameterlista och inga parametrar

- Om en funktion deklarerats med tom parameterlista () kan den anropas på två sätt: med och utan tomma parenteser.

```
1 scala> def tomParameterLista() = 42
2
3 scala> tomParameterLista()
4 res2: Int = 42
5
6 scala> tomParameterLista
7 res3: Int = 42
```

Denna flexibilitet är grunden för **enhetlig access**: namnet kan användas enhetligt oavsett om det är en funktion eller en variabel.

- Om parameterlista saknas får man **inte** använda () vid anrop:

```
1 scala> def ingenParameterLista = 42
2
3 scala> ingenParameterLista
4 res4: Int = 42
5
6 scala> ingenParameterLista()
7 <console>:13: error: Int does not take parameters
```

Funktioner med defaultargument

- Vi kan ofta åstadkomma något som liknar överlagring, men med en enda funktion, om vi i stället använder **defaultargument**:

```
scala> def inc(a: Int, b: Int = 1) = a + b
inc: (a: Int, b: Int)Int

scala> inc(42, 2)
res0: Int = 44

scala> inc(42, 1)
res1: Int = 43

scala> inc(42)
res2: Int = 43
```

- Om argumentet utelämnas och det finns ett defaultargumentet, så är det defaultargumentet som appliceras.

Funktioner med namngivna argument

- Genom att använda **namngivna argument** behöver man inte hålla reda på ordningen på parametrarna, bara man känner till parameternamnen.
- Namngivna argument går fint att **kombinera** med defaultargument.

```
1 scala> def namn(förnamn: String,  
2               efternamn: String,  
3               förnamnFörst: Boolean = true,  
4               ledtext: String = ""): String =  
5     if (förnamnFörst) s"$ledtext: $förnamn $efternamn"  
6     else s"$ledtext: $efternamn, $förnamn"  
7  
8 scala> namn(ledtext = "Name", efternamn = "Coder", förnamn = "Kim")  
9 res0: String = Name: Kim Coder
```

Anropsstacken och objektheapen

Minnet är uppdelat i två delar:

- **Anropsstacken:** På stackminnet läggs en **aktiveringspost** (eng. *stack frame*¹, *activation record*) för varje funktionsanrop med plats för parametrar och lokala variabler. Aktiveringsposten raderas när returvärdet har levererats. Stacken växer vid nästlade funktionsanrop, då en funktion i sin tur anropar en annan funktion.
- **Objektheapen:** I heapminnet^{2,3} sparas alla objekt (data) som allokeras under körning. Heapen städas vid tillfälle av skräpsamlaren (eng. *garbage collector*), och minne som inte används längre frigörs.
stackoverflow.com/questions/1565388/increase-heap-size-in-java

¹en.wikipedia.org/wiki/Call_stack

²en.wikipedia.org/wiki/Memory_management

³Ej att förväxlas med datastrukturen heap sv.wikipedia.org/wiki/Heap

Aktiveringspost

Nästlade anrop ger växande anropsstack.

```
1 scala> :paste
2 def f(): Unit = { val n = 5; g(n, 2 * n) }
3 def g(a: Int, b: Int): Unit = { val x = 1; h(x + 1, a + b) }
4 def h(x: Int, y: Int): Unit = { val z = x + y; println(z) }
5
6 scala> f()
```

Aktiveringspost

Nästlade anrop ger växande anropsstack.

```
1 scala> :paste
2 def f(): Unit = { val n = 5; g(n, 2 * n) }
3 def g(a: Int, b: Int): Unit = { val x = 1; h(x + 1, a + b) }
4 def h(x: Int, y: Int): Unit = { val z = x + y; println(z) }
5
6 scala> f()
```

Stacken

variabel	värde	Vilken aktiveringspost?
----------	-------	-------------------------

Aktiveringspost

Nästlade anrop ger växande anropsstack.

```
1 scala> :paste
2 def f(): Unit = { val n = 5; g(n, 2 * n) }
3 def g(a: Int, b: Int): Unit = { val x = 1; h(x + 1, a + b) }
4 def h(x: Int, y: Int): Unit = { val z = x + y; println(z) }
5
6 scala> f()
```

Stacken

variabel	värde	Vilken aktiveringspost?
----------	-------	-------------------------

n	5	f
---	---	---

Aktiveringspost

Nästlade anrop ger växande anropsstack.

```
1 scala> :paste
2 def f(): Unit = { val n = 5; g(n, 2 * n) }
3 def g(a: Int, b: Int): Unit = { val x = 1; h(x + 1, a + b) }
4 def h(x: Int, y: Int): Unit = { val z = x + y; println(z) }
5
6 scala> f()
```

Stacken

variabel	värde	Vilken aktiveringspost?
n	5	f
a	5	g
b	10	
x	1	

Aktiveringspost

Nästlade anrop ger växande anropsstack.

```
1 scala> :paste
2 def f(): Unit = { val n = 5; g(n, 2 * n) }
3 def g(a: Int, b: Int): Unit = { val x = 1; h(x + 1, a + b) }
4 def h(x: Int, y: Int): Unit = { val z = x + y; println(z) }
5
6 scala> f()
```

Stacken

variabel	värde	Vilken aktiveringspost?
n	5	f
a	5	g
b	10	
x	1	
x	2	h
y	15	
z	17	

Lokala funktioner

Med lokala funktioner kan delproblem lösas med nästlade abstraktioner.

```
def gissaTalet(max: Int): Unit = {  
  def gissat = io.StdIn.readLine(s"Gissa talet mellan [1, $max]: ").toInt  
  val hemlis = (math.random * max + 1).toInt  
  def skrivLedtrådOmEjRätt(gissning: Int): Unit =  
    if (gissning > hemlis) println(s"$gissning är för stort :(")  
    else if (gissning < hemlis) println(s"$gissning är för litet :(")  
  def inteRätt(gissning: Int): Boolean = {  
    skrivLedtrådOmEjRätt(gissning)  
    gissning != hemlis  
  }  
  def loop: Int = { var i = 1; while(inteRätt(gissat)){ i += 1 }; i }  
  
  println(s"Du hittade talet $hemlis på $loop gissningar :)")  
}
```

Lokala, nästlade funktionsdeklarationer är tyvärr inte tillåtna i Java.⁴

⁴stackoverflow.com/questions/5388584/does-java-support-inner-local-sub-methods

Värdeanrop och namnanrop

- Det vi sett hittills är **värdeanrop**: argumentet evalueras **först** innan dess **värde** sedan appliceras:

```

1 scala> def byValue(n: Int): Unit = for (i <- 1 to n) print(" " + n)
2
3 scala> byValue(21 + 21)
4   42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42
5
6 scala> byValue({print(" hej"); 21 + 21})
7   hej 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42

```

- Men man kan med **=>** före parametertypen åstadkomma **namnanrop**: argumentet **"klistras in"** i stället för **namnet** och evalueras **varje gång** (kallas även **fördröjd evaluering**):

```

1 scala> def byName(n: => Int): Unit = for (i <- 1 to n) print(" " + n)
2
3 scala> byName({print(" hej"); 21 + 21})
4   hej hej 42 hej 42 hej 42 hej 42 hej 42 hej 42 hej 42 hej 42 hej 42 hej

```

Klammerparenteser vid ensam parameter

Så här har vi sett nyss att man man göra:

```
1 scala> def loop(n: => Int): Unit = for (i <- 1 to n) print(" " + n)
2
3 scala> loop(21 + 21)
4
5 scala> loop({print(" hej"); 21 + 21})
```

Men...

För alla funktioner f gäller att:

det är helt ok att byta ut vanliga parenteser:

$f(\text{uttryck})$

mot krullparenteser:

$f\{\text{uttryck}\}$

om parameterlistan har **exakt en** parameter.

Men man kan alltså göra så här också:

```
scala> loop{ 21 + 21 }

scala> loop{ print(" hej"); 21 + 21 }
```

Uppdelad parameterlista

- Vi har tidigare sett att man kan ha mer än en parameter:

```
scala> def add(a: Int, b: Int) = a + b

scala> add(21, 21)
res0: Int = 42
```

- Man kan även ha **mer än en** parameterlista:

```
scala> def add(a: Int)(b: Int) = a + b

scala> add(21)(21)
res1: Int = 42
```

- Detta kallas även **multipla parameterlistor** (eng. *multiple parameter lists*)

Skapa din egen kontrollstruktur

- Genom att **kombinera uppdelad parameterlista** med **namnanrop** med **klammerparentes vid ensam parameter** kan vi skapa vår egen kontrollstruktur:

```
scala> def upprepa(n: Int)(block: => Unit) = {  
    var i = 0  
    while (i < n) { block; i += 1 }  
}
```

```
scala> upprepa(42){  
    if (math.random < 0.5) {  
        print(" gurka")  
    } else {  
        print(" tomat")  
    }  
}
```

gurka gurka gurka tomat tomat gurka gurka gurka gurka t

Funktioner är äkta värden i Scala

- En funktioner är ett äkta värde.
- Vi kan till exempel tilldela en variabel ett funktionsvärde.
- Med hjälp av blank+understreck efter funktionsnamnet får vi funktionen som ett **värde** (inga argument appliceras än):

```
scala> def add(a: Int, b: Int) = a + b

scala> val f = add _

scala> f
f: (Int, Int) => Int = <function2>

scala> f(21, 21)
res0: Int = 42
```

- Ett funktionsvärde har en **typ** precis som alla värden:
f: (Int, Int) => Int

Funktionsvärden kan vara argument

- En funktion kan ha en annan funktion som parameter:

```
1 scala> def tvåGångar(x: Int, f: Int => Int) = f(f(x))
2
3 scala> def öka(x: Int) = x + 1
4
5 scala> def minska(x: Int) = x - 1
6
7 scala> tvåGångar(42, öka _)
8 res1: Int = 43
9
10 scala> tvåGångar(42, minska _)
11 res1: Int = 41
```

- Om argumentets funktionstyp **kan härledas** av kompilatorn och **passar** med parametertypen så behövs ej understreck:

```
1 scala> tvåGångar(42, öka)
2 res1: Int = 43
```

Applicera funktioner på element i samlingar

```
1 scala> def öka(x: Int) = x + 1
2
3 scala> def minska(x: Int) = x - 1
4
5 scala> val xs = Vector(1, 2, 3)
6
7 scala> xs.map(öka)
8 res0: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(2, 3, 4)
9
10 scala> xs.map(minska)
11 res1: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(0, 1, 2)
12
13 scala> xs map öka
14 res2: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(2, 3, 4)
15
16 scala> xs map minska
17 res3: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(0, 1, 2)
```

Funktioner som tar en funktion som parameter **högre ordningens funktion**.
Funktionerna två från tidigare och map ovan är alltså av högre ordningen.

Anonyma funktioner

- Man behöver inte ge funktioner namn. De kan i stället skapas med hjälp av **funktionslitteraler**.⁵
- En funktionsliteral har ...
 - 1 en parameterlista (utan funktionsnamn) och ev. returtyp,
 - 2 sedan den reserverade teckenkombinationen **=>**
 - 3 och sedan ett uttryck (eller ett block).
- Exempel:

```
(x: Int, y: Int): Int => x + y
```

⁵Även kallat "lambda-värde" eller bara "lamda" efter den s.k. lambdakalkylen. en.wikipedia.org/wiki/Anonymous_function

Anonyma funktioner

- Man behöver inte ge funktioner namn. De kan i stället skapas med hjälp av **funktionslitteraler**.⁵
- En funktionsliteral har ...
 - 1 en parameterlista (utan funktionsnamn) och ev. returtyp,
 - 2 sedan den reserverade teckenkombinationen **=>**
 - 3 och sedan ett uttryck (eller ett block).
- Exempel:

```
(x: Int, y: Int): Int => x + y
```

- Om kompilatorn kan gissa typerna från sammanhanget så behöver typerna inte anges i själva funktionsliteralen:

```
val f: (Int, Int) => Int = (x, y) => x + y
```

⁵Även kallat "lambda-värde" eller bara "lamda" efter den s.k. lambdakalkylen. en.wikipedia.org/wiki/Anonymous_function

Applicera anonyma funktioner på element i samlingar

- Anonym funktion skapad med funktionsliteral direkt i anropet:

```
1 scala> val xs = Vector(1, 2, 3)
2
3 scala> xs.map((x: Int): Int => x + 1)
4 res0: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(2, 3, 4)
```

- Eftersom kompilatorn här kan härleda typerna så behövs de inte:

```
1 scala> xs.map(x => x - 1)
2 res1: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(0, 1, 2)
3
4 scala> xs map (x => x - 1)
5 res2: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(0, 1, 2)
```

- Om man bara använder parametern en enda gång i funktionen så kan man byta ut parameternamnet mot ett understreck.

```
1 scala> xs.map(_ + 1)
2 res3: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(2, 3, 4)
```

Platshållarsyntax för anonyma funktioner

- Understreck i funktionslitteraler kallas **platshållare** (eng. *placeholder*) och medger ett förkortat skrivsätt **om** den parameter som understrecket representerar används **endast en gång**.

```
_ + 1
```

Ovan expanderar av kompilatorn till följande funktionsliteral (där namnet på parametern är godtyckligt):

```
x => x + 1
```

Platshållarsyntax för anonyma funktioner

- Understreck i funktionslitteraler kallas **platshållare** (eng. *placeholder*) och medger ett förkortat skrivsätt **om** den parameter som understreckt representerar används **endast en gång**.

```
_ + 1
```

Ovan expanderar av kompilatorn till följande funktionslitteral (där namnet på parametern är godtyckligt):

```
x => x + 1
```

- Det kan förekomma flera understreck; det första avser första parametern, det andra avser andra parametern etc.

```
_ + _
```

... expanderas till:

```
(x, y) => x + y
```

Exempel på platshållarsyntax med samlingsmetoden reduceLeft

Metoden `reduceLeft` applicerar en funktion på de två första elementen och tar sedan på resultatet som första argument och nästa element som andra argument och upprepar detta genom hela samlingen.

```
1 scala> def summa(x: Int, y: Int) = x + y
2
3 scala> val xs = Vector(1, 2, 3, 4, 5)
4
5 scala> xs.reduceLeft(summa)
6 res20: Int = 15
7
8 scala> xs.reduceLeft((x, y) => x + y)
9 res21: Int = 15
10
11 scala> xs.reduceLeft(_ + _)
12 res22: Int = 15
13
14 scala> xs.reduceLeft(_ * _)
15 res23: Int = 120
```

Stegade funktioner, "Curry-funktioner"

Om en funktion har en uppdelad parameterlista kan man skapa **stegade funktioner**, även kallat **partiellt applicerade** funktioner (eng. *partially applied functions*) eller **"Curry"-funktioner**.

```
scala> def add(x: Int)(y: Int) = x + y

scala> val öka = add(1) _
öka: Int => Int = <function1>

scala> Vector(1,2,3).map(öka)
res0: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(2, 3, 4)

scala> Vector(1,2,3).map(add(2))
res1: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(3, 4, 5)
```

Begränsningar i Java

- Av alla dessa funktionskoncept...
 - överlagring
 - utelämna tom parameterlista (principen om enhetlig access)
 - defaultargument
 - namngivna argument
 - lokala funktioner
 - namnanrop (fördröjd evaluering)
 - klammerparentes vid ensam parameter
 - uppdelad parameterlista
 - egendefinierade kontrollstrukturer
 - funktioner som äkta värden
 - anonyma funktioner
 - stegade funktioner ("Curry-funktioner")
- ...kan man endast göra **överlagring** i Java 7,
- medan även **anonyma funktioner** ("lambda") går att göra (med vissa begränsningar) i Java 8.
en.wikipedia.org/wiki/Anonymous_function#Java_Limitations
- En av de saker jag saknar mest i Java: **lokala funktioner!**

Det är **kombinationen** av alla koncept som **skapar uttryckskraften** i Scala.

Objekt

Objekt som modul

- Ett **object** användas ofta för att samla **medlemmar** som hör ihop och ge dem en egen **namnrymd**.
- Medlemmarna kan vara t.ex.:
 - **val**
 - **var**
 - **def**
- Ett sådant objekt kallas även för **modul**.⁶

⁶Även paket som skapas med **package** har en egen namnrymd och är därmed också en slags modul. Objekt kan alltså i Scala användas som ett alternativ till paket; en skillnad är att objekt kan ha tillstånd och att objekt inte skapar underkataloger vid kompilering (det finns iofs s.k. **package object**)
en.wikipedia.org/wiki/Modular_programming

Vad är ett tillstånd?

Lata variabler och fördröjd evaluering

Vad är egentligen skillnaden mellan `val`, `lazy val`, `var`, `def`?

En funktion som finns inuti ett objekt är en **metod**.

Funktioner är objekt

Programmeringsparadigm

Funktioner är äkta objekt i Scala

Scala visar hur man kan **förena** (eng. *unify*)
objekt-orientering och **funktionsprogrammering**:

**En funktion är ett objekt
som har en apply-metod.**

Rekursion

Rekursiva funktioner

Loopa med rekursion

```
def gissaTalet(max: Int): Unit = {  
  def gissat = io.StdIn.readLine(s"Gissa talet mellan [1, $max]: ").toInt  
  val hemlis = (math.random * max + 1).toInt  
  def skrivLedtrådOmEjRätt(gissning: Int): Unit =  
    if (gissning > hemlis) println(s"$gissning är för stort :(")  
    else if (gissning < hemlis) println(s"$gissning är för litet :(")  
  def ärRätt(gissning: Int): Boolean = {  
    skrivLedtrådOmEjRätt(gissning)  
    gissning == hemlis  
  }  
  def loop(n: Int = 1): Int = if (ärRätt(gissat)) n else loop(n + 1)  
  
  println(s"Du hittade talet $hemlis på ${loop()} gissningar :)")  
}
```

Rekursiva datastrukturer