Reaktive Programmierung
Vorlesung 3 vom 06.05.14: The Scala Collection Library

Christoph Lüth & Martin Ring

Universität Bremen

Sommersemester 2014

Organisatorisches

- Die Übung am Donnerstag, 08.05.2014 fällt aus.

Fahrplan

- Teil I: Grundlegende Konzepte
  - Was ist Reaktive Programmierung?
  - Einführung in Scala
  - Die Scala Collections
  - Monaden
  - ScalaCheck
- Teil II: Nebenläufigkeit
- Teil III: Fortgeschrittene Konzepte

Nachschlag: Traits

- Trait $\approx$ Abstrakte Klasse ohne Parameter:

```
trait Foo[T] {
  def foo: T
  def bar: String = "Hallo"
}
```

- Erlauben “Mehrfachvererbung”:

```
class C extends Foo[Int] with Bar[String] { ... }
```

- Können auch als Mixins verwendet werden:

```
trait Funny {
  def laugh() = println("hahaha")
}

(new C with Funny).laugh() // hahaha
```

Nachschlag: Implicits

- Implizite Parameter:

```
def laugh(implicit stream: PrintStream) =
  stream.println("hahaha")
```

Nachschlag: Implicits

- Implizite Parameter:

```
def laugh(implicit stream: PrintStream) =
  stream.println("hahaha")
```

- Werden im Kontext des Aufrufs aufgelöst. (Durch den Typen)

Nachschlag: Implicits

- Implizite Parameter:

```
def laugh(implicit stream: PrintStream) =
  stream.println("hahaha")
```

- Werden im Kontext des Aufrufs aufgelöst. (Durch den Typen)
- Implizite Parameter + Traits ≈ Typklassen:

```
trait Show[T] { def show(value: T): String }

def print[T](value: T)(implicit show: Show[T]) =
  println(show.show(value))

implicit object ShowInt extends Show[Int] {
  def show(value: Int) = value.toString
}

print(7)
```

Nachschlag: Implicits

- Implizite Konversionen:

```scala
implicit def stringToInt(string: String) = string.toInt

val x: Int = "3"
x * "5" == 15 // true
"5" % "4" == 1 // true
```

Nachschlag: Implicits

- Implizite Konversionen:

```
implicit def stringToInt(string: String) = string.toInt

val x: Int = "3"
x * "5" == 15 // true
"5" % "4" == 1 // true
```

- Mit großer Vorsicht zu genießen!
- "Extension Methods" / "Pimp-My-Library" allerdings sehr nützlich!

Nachschlag: Implicits

- Implizite Konversionen:

```
implicit def stringToInt(string: String) = string.toInt

val x: Int = "3"
x * "5" == 15 // true
"5" % "4" == 1 // true
```

- Mit großer Vorsicht zu genießen!
- "Extension Methods" / "Pimp-My-Library" allerdings sehr nützlich!
- Besser: Implizite Klassen

```
implicit class RichString(s: String) {
  def shuffle = Random.shuffle(s.toList)
                      .mkString
}

"Hallo".shuffle // "laoHl"
```

Heute: Scala Collections

- Sind nicht in die Sprache eingebaut!
- Trotzdem komfortabel

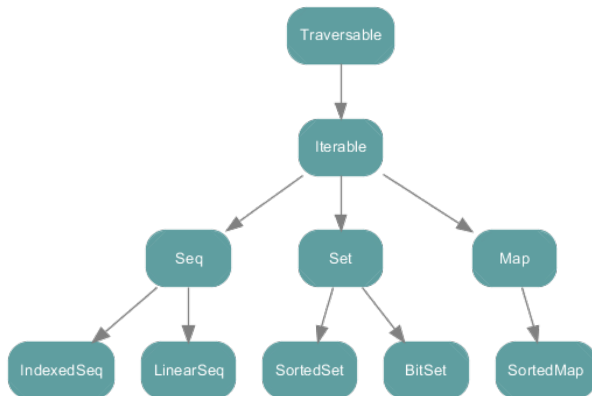
```
val ages = Map("Homer" -> 36, "Marge" -> 34)
ages("Homer") // 36
```

- Sehr vielseitig (Immutable, Mutable, Linear, Random Access, Read Once, Lazy, Strict, Sorted, Unsorted, Bounded...)
- Und sehr generisch

```
val a = Array(1,2,3) ++ List(1,2,3)
a.flatMap(i ⇒ Seq(i,i+1,i+2))
```

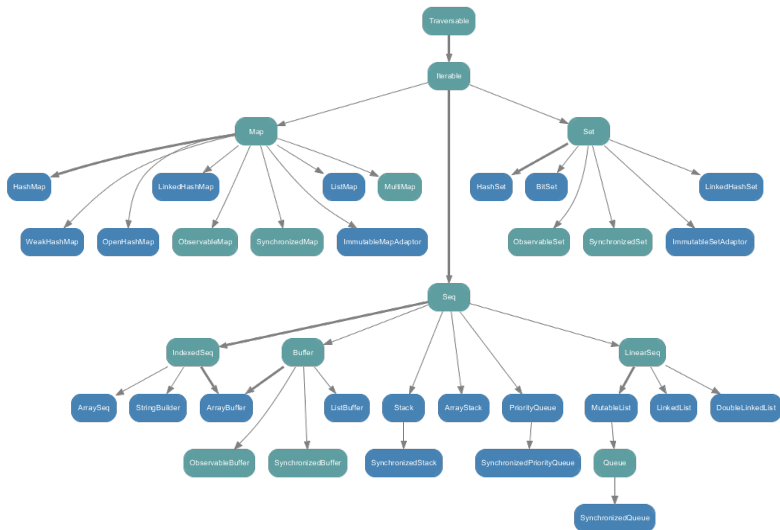
Scala Collections Bücherei

Sehr einheitliche Schnittstellen aber komplexe Bücherei:



Scala Collections Bücherei - Immutable

Scala Collections Bücherei - Mutable



Konstruktoren und Extraktoren

- Einheitliche Konstruktoren:

```
Traversable(1, 2, 3)
Iterable("x", "y", "z")
Map("x" -> 24, "y" -> 25, "z" -> 26)
Set(Color.red, Color.green, Color.blue)
SortedSet("hello", "world")
Buffer(x, y, z)
IndexedSeq(1.0, 2.0)
LinearSeq(a, b, c)
...
```

- Einheitliche Extraktoren:

```
val Seq(a,b,c) = Seq(1,2,3)
// a = 1; b = 2; c = 3


...
```

scala.collection.Traversable[+A]

- Super-trait von allen anderen Collections.
- Einzige abstrakte Methode:

```
def foreach[U](f: Elem ⇒ U): Unit
```

- Viele wichtige Funktionen sind hier schon definiert:
  - `++[B](that: Traversable[B]): Traversable[B]`
  - `map[B](f: A => B): Traversable[B]`
  - `filter(f: A => Boolean): Traversable[A]`
  - `foldLeft[B](z: B)(f: (B,A) => B): B`
  - `flatMap[B](f: A => Traversable[B]): Traversable[B]`
  - `take, drop, exists, head, tail, foreach, size, sum, groupBy, takeWhile ...`

scala.collection.Traversable[+A]

- Super-trait von allen anderen Collections.
- Einzige abstrakte Methode:

```
def foreach[U](f: Elem ⇒ U): Unit
```

- Viele wichtige Funktionen sind hier schon definiert:
  - `++[B](that: Traversable[B]): Traversable[B]`
  - `map[B](f: A => B): Traversable[B]`
  - `filter(f: A => Boolean): Traversable[A]`
  - `foldLeft[B](z: B)(f: (B,A) => B): B`
  - `flatMap[B](f: A => Traversable[B]): Traversable[B]`
  - `take, drop, exists, head, tail, foreach, size, sum, groupBy, takeWhile ...`
- Problem: So funktionieren die Signaturen nicht!
- Die folgende Folie ist für Zuschauer unter 16 Jahren nicht geeignet...

Die wahre Signatur von map

```
def map[B,That](f: A ⇒ B)(implicit bf:
  CanBuildFrom[Traversable[A], B, That]): That
```

Die wahre Signatur von map

```
def map[B,That](f: A ⇒ B)(implicit bf:
  CanBuildFrom[Traversable[A], B, That]): That
```

Was machen wir damit?

- Schnell wieder vergessen
- Aber im Hinterkopf behalten: Die Signaturen in der Dokumentation sind “geschönt”!

`Seq[+A]`, `IndexedSeq[+A]`, `LinearSeq[+A]`

- Haben eine länge (`length`)
- Elemente haben feste Positionen (`indexOf`, `indexOfSlice`, `...`)
- Können Sortiert werden (`sorted`, `sortWith`, `sortBy`, `...`)
- Können Umgedreht werden (`reverse`, `reverseMap`, `...`)
- Können mit anderen Sequenzen verglichen werden (`startsWith`, `...`)
- Nützliche Subtypen: `List`, `Stream`, `Vector`, `Stack`, `Queue`, `mutable.Buffer`
- Welche ist die richtige für mich? `http://docs.scala-lang.org/overviews/collections/performance-characteristics.html`

Set[+A]

- Enthalten keine doppelten Elemente
- Unterstützen Vereinigungen, Differenzen, Schnittmengen:

```
Set("apple","strawberry") ++ Set("apple","peach")
> Set("apple", "strawberry", "peach")

Set("apple","strawberry") -- Set("apple","peach")
> Set("strawberry")

Set("apple", "strawberry") & Set("apple", "peach")
> Set("apple")
```

- Nützliche Subtypen: `SortedSet`, `BitSet`

Map[K,V]

- Ist eine Menge von Schlüssel-Wert-Paaren:
  `Map[K,V] <: Iterable[(K,V)]`
- Ist eine partielle Funktion von Schlüssel zu Wert:
  `Map[K,V] <: PartialFunction[K,V]`
- Werte können "nachgeschlagen" werden:

```
val ages = Map("Homer" -> 39, "Marge" -> 34)

ages("Homer")
> 39

ages isDefinedAt "Bart" // ages contains "Bart"
> false

ages get "Marge"
> Some(34)
```

- Nützliche Subtypen: `mutable.Map`

Collections Vergleichen

- Collections sind in Mengen, Maps und Sequenzen aufgeteilt.
- Collections aus verschiendenen Kategorien sind niemals gleich:

```
Set(1,2,3) == List(1,2,3) // false
```

- Mengen und Maps sind gleich wenn sie die selben Elemente enthalten:

```
TreeSet(3,2,1) == HashSet(2,1,3) // true
```

- Sequenzen sind gleich wenn sie die selben Elemente in der selben Reihenfolge enthalten:

```
List(1,2,3) == Stream(1,2,3) // true
```

Scala Collections by Example - Part I

- Problem: Namen der erwachsenen Personen in einer Liste

```
case class Person(name: String, age: Int)
val persons = List(Person("Homer",39), Person("Marge",34),
                   Person("Bart",10), Person("Lisa",8),
                   Person("Maggie",1), Person("Abe",80))
```

Scala Collections by Example - Part I

- Problem: Namen der erwachsenen Personen in einer Liste

```
case class Person(name: String, age: Int)
val persons = List(Person("Homer",39), Person("Marge",34),
                   Person("Bart",10), Person("Lisa",8),
                   Person("Maggie",1), Person("Abe",80))
```

- Lösung:

```
val adults = persons.filter(_.age >= 18).map(_.name)
```

```
> List("Homer", "Marge", "Abe")
```

Scala Collections by Example - Part II

- Problem: Fibonacci Zahlen so elegant wie in Haskell?

```
fibs = 0 : 1 : zipWith (+) fibs (tail fibs)
```

Scala Collections by Example - Part II

- Problem: Fibonacci Zahlen so elegant wie in Haskell?

```
fibs = 0 : 1 : zipWith (+) fibs (tail fibs)
```

- Lösung:

```
val fibs: Stream[BigInt] =
  BigInt(0) #:: BigInt(1) #:: fibs.zip(fibs.tail).map(
    n ⇒ n._1 + n._2)

fibs.take(10).foreach(println)
> 0
> 1
> ...
> 21
> 34
```

Option[+A]

- Haben maximal 1 Element

```
sealed trait Option[+A]
case object None extends Option[Nothing]
case class Some(get: A) extends Option[A]
```

- Entsprechen Maybe in Haskell
- Sollten dort benutzt werden wo in Java null im Spiel ist

```
def get(elem: String) = elem match {
  case "a" ⇒ Some(1)
  case "b" ⇒ Some(2)
  case _ ⇒ None
}
```

- Hilfreich dabei:

```
Option("Hallo") // Some("Hallo")
Option(null) // None
```

Option[+A]

- An vielen Stellen in der Standardbücherei gibt es die Auswahl:

```
val ages = Map("Homer" -> 39, "Marge" -> 34)

ages("Bart") // NoSuchElementException
ages.get("Bart") // None
```

- Nützliche Operationen auf `Option`

```
val x: Option[Int] = ???

x getOrElse 0

x foldLeft ("Test")(_.toString)
x exists (_ == 4)
...
```

Ranges

- Repräsentieren Zahlensequenzen

```
class Range(start: Int, end: Int, step: Int)
class Inclusive(start: Int, end: Int, step: Int) extends
    Range(start,end + 1,step)
```

- Int ist "gepimpt" (`RichInt`):

```
1 to 10 // new Inclusive(1,10,1)
1 to (10,5) // new Inclusive(1,10,5)
1 until 10 // new Range(1,10)
```

- Werte sind berechnet und nicht gespeichert
- Keine "echten" Collections
- Dienen zum effizienten Durchlaufen von Zahlensequenzen:

```
(1 to 10).foreach(println)
```

For Comprehensions

- In Scala ist `for` nur syntaktischer Zucker

```
  for (i ← 1 to 10) println(i)
⇒ (1 to 10).foreach(i ⇒ println(i))

  for (i ← 1 to 10) yield i * 2
⇒ (1 to 10).map(i ⇒ i * 2)

  for (i ← 1 to 10 if i > 5) yield i * 2
⇒ (1 to 10).filter(i ⇒ i > 5).map(i ⇒ i * 2)

  for (x ← 1 to 10, y ← 1 to 10) yield (x,y)
⇒ (1 to 10).flatMap(x ⇒ (1 to 10).map(y ⇒ (x,y)))
```

- Funktioniert mit allen Typen die die nötige Untermenge der Funktionen (`foreach`,`map`,`flatMap`,`withFilter`) implementieren.

Scala Collections by Example - Part III

- Problem: Wörter in allen Zeilen in allen Dateien in einem Verzeichnis durchsuchen.

```
def files(path: String): List[File]
def lines(file: File): List[String]
def words(line: String): List[String]

def find(path: String, p: String ⇒ Boolean) = ???
```

Scala Collections by Example - Part III

- Problem: Wörter in allen Zeilen in allen Dateien in einem Verzeichnis durchsuchen.

```
def files(path: String): List[File]
def lines(file: File): List[String]
def words(line: String): List[String]

def find(path: String, p: String ⇒ Boolean) = ???
```

- Lösung:

```
def find(path: String, p: String ⇒ Boolean) = for {
  file ← files(path)
  line ← lines(file)
  word ← words(line) if p(word)
} yield word
```

Zusammenfassung

- Scala Collections sind ziemlich komplex
- Dafür sind die Operationen sehr generisch
- Es gibt keine in die Sprache eingebauten Collections:
  Die Collections in der Standardbücherei könnte man alle selbst implementieren
- Für fast jeden Anwendungsfall gibt es schon einen passenden Collection Typ
- `for`-Comprehensions sind in Scala nur syntaktischer Zucker
- Nächstes mal: Monaden in Scala