Software-Architektur
— Actors —

Prof. Dr. Oliver Braun

Fakultät für Informatik und Mathematik
Hochschule München

Letzte Änderung: 11.07.2017 15:12

Inhaltsverzeichnis

Actor Model

- 1973 von Carl Hewitt, Peter Bishop und Richard Steiger vorgeschlagenes Modell für nebenläufige Berechnungen
  - Carl Hewitt, Peter Bishop, Richard Steiger: A Universal Modular Actor Formalism for Artificial Intelligence. In: Proceeding IJCAI'73 Proceedings of the 3rd international joint conference on Artificial intelligence. 1973, S. 235–245
- Actors sind ein wesentlicher Bestandteil der Programmiersprache Erlang
  - in den 80er Jahren von der Firma Ericsson für Telefonswitche entwickelte funktionale Programmiersprache
  - die Sprache in der WhatsApp auf FreeBSD-Servern Milliarden von Messages täglich verarbeitet
- Actors sind auch in Scala und Java über Akka nutzbar

Actors

- Actors sind unabhängige, nebenläufige Einheiten
- Sie kommunizieren über Messages, die in einer Mailbox abgelegt werden
- der Actor kann sich eine Message aus der Mailbox holen und darauf reagieren:
  - er kann Nachrichten an sich oder andere (ihm bekannte) Actors senden
  - er kann neue Actors erzeugen
  - er kann das eigene Verhalten ändern

Der Actor in Akka

- ein Actor kapselt Zustand und Verhalten
- er kommuniziert ausschließlich über asynchrone Nachrichten und besitzt für den Empfang eine Mailbox

ActorRef

- der Actor kann nur über eine Actor-Referenz angesprochen werden
  - diese Objekte können als Parameter weiter gegeben werden
  - sie verhindern den direkten Zugriff auf den Actor und seinen Zustand

Zustand

- ein Actor hat einen Zustand den er verwaltet (Objektvariablen)
- um den Zugriff anderer Actors auf seinen Zustand zu verhindern, läuft jeder Akka-Actor in einem eigenen, abgeschirmten, leichtgewichtigen Thread
- wenn ein Actor "abstürzt" wird er von seinem Supervisor neu gestartet
  - mit initialem Zustand
  - oder Replay von persistierten Messages

Verhalten

- jedes mal, wenn eine Nachricht verarbeitet wird, wird Sie gegen das Verhalten des Actors gematcht
- das Verhalten ist eine Funktion/Methode des Actors
- das Verhalten kann über die Methoden `become` und `unbecome` geändert werden
- ein Restart setzt zunächst wieder das Anfangsverhalten ein

Mailbox

- Kommunikation findet nur asynchron statt, in dem einer ActorRef eine Message geschickt wird
- diese landet in der Mailbox des dazugehörigen Actors
- die einzige Garantie über die Reihenfolge ist, dass Nachrichten vom **gleichen** Sender zeitlich geordnet sind
- verschiedene Mailbox-Implementierungen
  - FIFO (default)
  - priorisierte Mailbox
- in Akka muss immer die nächste Nachricht verarbeitet werden
  - in manchen Actor-Framework gibt es die Möglichkeit nach der nächsten passenden Nachricht zu suchen

Children

- jeder Actor kann weitere Actors erzeugen
  - für die er automatisch Supervisor ist
- die Liste der Kinder wird im Kontext des Actors verwaltet
- Erzeugung und Stoppen der Kinder erfolgt asynchron
- die Supervisor Strategie legt fest, wie ein Actor auf das Abstürzen seiner Kinder reagiert

Supervision

- wenn ein Actor abstürzt, kann sein Supervisor auf verschiedene Arten reagieren
  - er startet ihn wieder mit dem letzten Zustand
  - er startet ihn wieder mit einem neuen initialen Zustand
  - er stoppt ihn permanent
  - er eskaliert den Fehler in dem er "sich selbst abstürzen läßt"

Supervisor-Hierarchie

- `/user`: der Guardian Actor
  - Wurzel der von der Anwendung erzeugten Actors
- `/system`: der System Guardian
  - Wurzel der *System Support Hierarchy*
- `/`: der Root Guardian
  - Supervisor von `/system` und `/user`

Supervising Strategies

`OneForOneStrategy` es wird nur der betroffene Actor neu gestartet
`AllForOneStrategy` es werden alle Kinder neu gestartet

ActorRefs und Actor-Paths

- eine Actor-Referenz referenziert einen konkreten Actor über dessen Lebenszyklus
- ein Actor-Pfad repräsentiert einen Namen hinter dem sich ein Actor verbergen kann
  - kann ohne dazugehörigen Actor erzeugt werden
  - kann nacheinander verschiedene Actors repräsentieren
- Beispiele für Pfade

```
"akka://my-sys/user/service-a/worker1"
"akka.tcp://my-sys@host.example.com:5678/user/service-b"
```

Erzeugen und Finden von Actors

- Erzeugen direkt unterhalb von `/user` mit `ActorSystem.actorOf`
- Erzeugen unterhalb des aktuellen Actors mit `ActorContext.actorOf`
- Zugriff über den Pfad mit `ActorSystem.actorSelection` bzw. `context.actorSelection`
  - z.B.

```
context.actorSelection("../brother")
context.actorSelection("/user/serviceA")
```

Actors und das Java Memory Model

Zugriff durch mehrere Threads auf Shared Memory auf zwei Weisen

- wenn eine Nachricht an einen Actor gesendet wird
  - solange Nachrichten unveränderlich sind (und das sollen sie sein), gibt es keine Probleme
  - wenn Nachrichten nicht richtig unveränderlich implementiert sind, kann es vorkommen, dass der Empfänger partiell initialisierte Nachrichten sieht
- wenn ein Actor beim Verarbeiten einer Nachricht seinen Zustand verändert und kurz darauf, beim Verarbeiten einer weiteren Nachricht, wieder darauf zugreift
  - es ist nicht sichergestellt, dass ein Actor immer im selben Thread ausgeführt wird

Eine Actor-Klasse

```
import akka.actor.{Actor, ActorLogging,
                   ActorSystem, Props}

class MyActor extends Actor with ActorLogging {
  def receive = {
    case "test" => log.info("received test")
    case _      =>
      log.info("received unknown message")
  }
}
```

Props für Actors

- `Props` ist eine Konfigurationsklasse um Optionen für die Actor-Erzeugung zu spezifizieren
- Beispielnutzung:

  ```
  import akka.actor.Props

  val props1 = Props[MyActor]
  // NO!
  val props2 = Props(new ActorWithArgs("arg"))
  val props3 = Props(classOf[ActorWithArgs],
                     "arg")
  ```

  - Version 2 nur außerhalb von einem Actor nutzen, oder besser: **gar nicht**

Empfohlenes Vorgehen

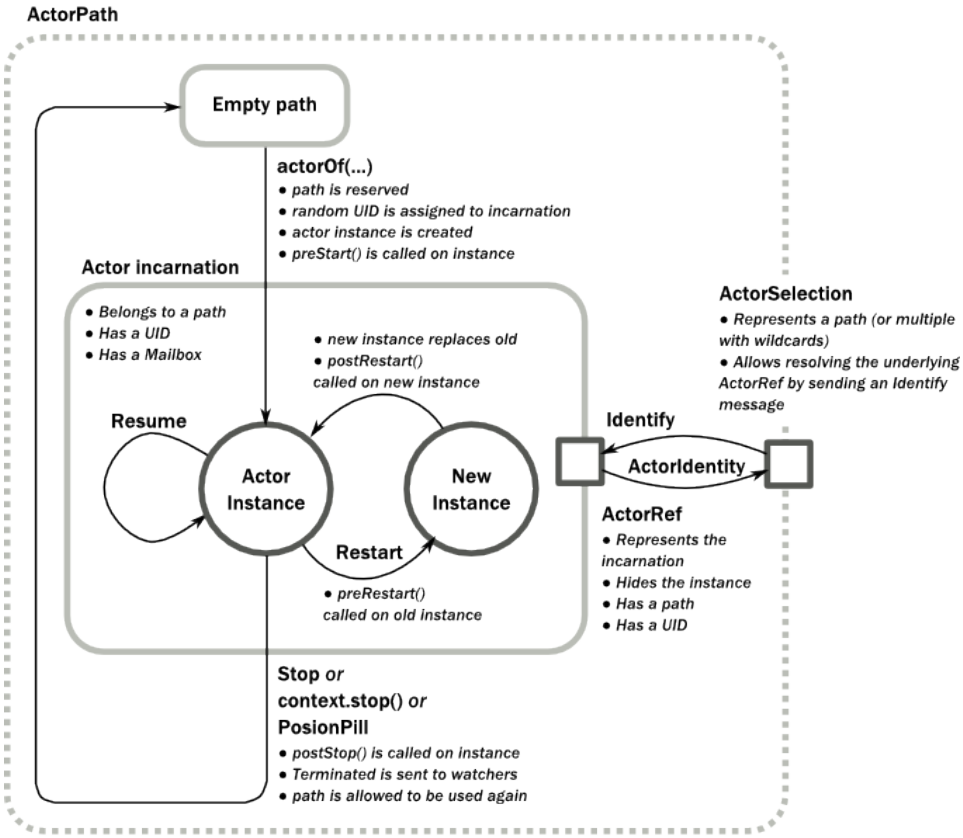
```
object DemoActor {
  def props(magicNumber: Int): Props =
    Props(new DemoActor(magicNumber))
}
class DemoActor(magicNumber: Int) extends Actor {
  def receive = {
    case x: Int => sender() ! (x + magicNumber)
  }
}
class SomeOtherActor extends Actor {
  // Props(new DemoActor(42)) would not be safe
  context.actorOf(DemoActor.props(42), "demo")
```

```
  // ...
}
```

Actor API

- der `Actor`-Trait definiert eine abstrakte Methode: `receive`
- wenn eine Message in `receive` nicht matcht, wird `unhandled` aufgerufen (nützlich z.B. zum debuggen)
- `self` = Referenz auf die `ActorRef` des Actors
- `sender` = Referenz auf den Sender der letzten Message
- `supervisorStrategy` ist redefinierbar
- `context`
  - Kinder erzeugen (`actorOf`)
  - Referenzen auf `ActorSystem`, Vater/Mutter-Actor, Kinder, …

Actor Lifecycle



Quelle: http://akka.io/

Unveränderliche Nachrichten

- Messages können grundsätzlich beliebige Objekte sein
- Messages müssen unveränderbar (*immutable*) sein
  - dies kann der Scala-Compiler nicht überprüfen!
  - daher ist dies eine einzuhaltende Konvention
- veränderbarer Zustand in Messages würde zu unvorhersehbarem Verhalten führen
- primitive Datentypen und Strings sind unveränderlich
- Collections in Scala auch (wenn nicht explizit veränderliche importiert)
- mit Case-Klassen eigene Messages definieren

Nachrichten senden

- zwei Arten Nachrichten zu senden:
  1. `!` aka `tell`: *fire-and-forget*
  2. `?` aka `ask`: gibt ein `Future` für die Antwort zurück

Tell: Fire-forget

- bevorzugte Nachrichtenübermittlung
- blockiert nicht
- skalierbar
- Beispiel

  ```
  actorRef ! msg
  ```

- wenn das von einem Actor gesendet wurde, kann mit

  ```
  sender() ! reply
  ```

  einfach geantwortet werden

Ask: Send-And-Receive-Future

- der Sender sendet z.B.

  ```
  val future = actorRef ? msg
  ```

- der Aufruf blockiert nicht
- der Empfänger muss eine Antwort mit

  ```
  sender() ! reply
  ```

  senden um das `Future` mit einem Wert zu füllen

Timeouts

- für `ask` wird ein interner Actor erzeugt, der die Antwort behandelt
- um keine Ressource Leaks zu erzeugen muss ein Timeout gesetzt werden
- wenn der Timeout abläuft, wird der interne Actor zerstört und eine `AskTimeoutException` geworfen
- der Timeout kann explizit oder implizit gesetzt werden

```scala
import scala.concurrent.duration._
import akka.pattern.ask
val future = myActor.ask("hello")(5 seconds)
```

```scala
import scala.concurrent.duration._
import akka.util.Timeout
import akka.pattern.ask
implicit val timeout = Timeout(5 seconds)
val future = myActor ? "hello"
```

Forward Messages

- Messages mit `tell` weiter senden, setzt den Absender auf den aktuellen Sender
- Absender erhalten mit

  ```
  actorRef forward msg
  ```

Actors stoppen

- `stop` von `system` oder `context` aufrufen, z.B.

  ```
  context stop otherActor
  ```

- an den Actor eine `PoisonPill` schicken

  ```
  otherActor ! PoisonPill
  ```

- `akka.pattern.gracefulStop` gibt `Future` zurück → Warten auf Stopp möglich

Verhalten ändern mit `become`

Ersetzen des Verhaltens auf dem *behavior stack*.

```scala
class HotSwapActor extends Actor {
  import context._
  def angry: Receive = {
    case "foo" => sender() ! "I am already angry?"
    case "bar" => become(happy)
  }

  def happy: Receive = {
    case "bar" => sender() ! "I am already happy :-)"
    case "foo" => become(angry)
  }
```

```
  def receive = {
    case "foo" => become(angry)
    case "bar" => become(happy)
  }
}
```

Hin und zurück mit `become` und `unbecome`

Auf den *behavior stack* pushen und wieder poppen.

```
case object Swap
class Swapper extends Actor with ActorLogging {
  import context._

  def receive = {
    case Swap =>
      log.info("Hi")
      become({
        case Swap =>
          log.info("Ho")
          unbecome()
      }, discardOld = false)
  }
}

object SwapperApp extends App {
  val system = ActorSystem("SwapperSystem")
  val swap = system.actorOf(Props[Swapper],
                            name = "swapper")
  swap ! Swap // logs Hi
  swap ! Swap // logs Ho
  swap ! Swap // logs Hi
  swap ! Swap // logs Ho
  swap ! Swap // logs Hi
  swap ! Swap // logs Ho
}
```

Weiteres Beispiel

- siehe Livecoding-Repo
- erzeugt mit

```
activator new Akka minimal-akka-scala-seed
```

und weiter angepasst