

FUNKTIONALE PROGRAMMIERUNG

WEB APPLICATIONS MIT YESOD

Andreas Abel und Steffen Jost

LFE Theoretische Informatik, Institut für Informatik,
Ludwig-Maximilians Universität, München

25. Juni 2012

SESSIONS

HTTP kennt wie Haskell keinen Zustand z.B. gut für Caching

Applikation mit Logins, Blogs, Twitter oder WebShops benötigen aber einen Zustand. Eine Lösung sind Sessions, welche mit jedem Request an den Webserver übermittelt werden.

- Benutzerdaten in Sitzungen zu Speichern skaliert gut, da jeder Request in sich abgeschlossen ist und keine Datenbank benötigt wird
- Sitzungsdaten sollten möglichst klein sein Datenbankschlüssel
- Statischer Content sollte von separater Domain kommen, um unnötige Übertragungen von Sitzungsdaten zu verhindern
⇒ static routing

Achtung, Sitzungsdaten sind ungetypt:

```
type SessionMap = Map Text ByteString
```

SESSION CONTROL

Yesod wendet per Default automatisch **Verschlüsselung** und **Signatur** von Sitzungsdaten an, um Manipulationen zu verhindern.

- Schlüssel in separater Datei gespeichert ggf. automatisch gen.

```
encryptKey :: Yesod a =>  
            a -> IO (Maybe Web.ClientSession.Key)
```

- Sitzungsdauer wird mit der Yesod-Instanz des Foundation Typs (vor-)eingestellt

```
clientSessionDuration :: Yesod a => a -> Int
```

Ablaufdatum der Sitzung wird mit jedem Request erneuert.
Yesod ignoriert abgelaufene Sitzungen auch selbst.

- IP-Adresse einer Sitzung wird überprüft ggf. abschaltbar

SESSION OPERATIONEN

Sitzungs-Map: `type SessionMap = Map Text ByteString`

`getSession :: GHandler sub master SessionMap`
Liefert gesamte Sitzungs-Map

`setSession :: Text -> Text -> GHandler sub master ()`
Setzt ein Schlüssel-Wert Paar

`deleteSession :: Text -> GHandler sub master ()`
Löscht einen Schlüssel

`clearSession :: GHandler sub master ()`
Löscht die gesamte Sitzungs-Map

```

{-# LANGUAGE TypeFamilies, QuasiQuotes, TemplateHaskell, MultiParamTypeClasses, OverloadedStrings #-}
import Yesod
import Control.Applicative
import qualified Web.ClientSession as CS

data SessionExample = SessionExample
mkYesod "SessionExample" [parseRoutes|
    / Root GET POST
    |]

getRoot :: Handler RepHtml
getRoot = do
    sess <- getSession
    hamletToRepHtml [hamlet|
<form method=post>
    <input type=text name=key>
    <input type=text name=val>
    <input type=submit>
<h1>#{show sess}
    |]

postRoot :: Handler ()
postRoot = do
    (key, mval) <- runInputPost $ (,) <$> ireq textField "key" <*> iopt textField "val"
    case mval of
        Nothing -> deleteSession key
        Just val -> setSession key val
    liftIO $ print (key, mval)
    redirect Root

instance Yesod SessionExample where — Set session timeout to 1 minute
    clientSessionDuration _ = 1

instance RenderMessage SessionExample FormMessage where
    renderMessage _ _ = defaultFormMessage

```

MESSAGES

Post/Redirect/Get-Problem: Z.B. nach erfolgreichem Ausfüllen eines Formulars den Benutzer umleiten und gleichzeitig eine kurze, einmalige Status Botschaft übermitteln.

```
setMessage :: Html -> GHandler sub master ()
```

Setzt eine Message in der Sitzung.

```
getMessage :: GHandler sub master (Maybe Html)
```

Liest letzte Message aus und löscht diese, sofern vorhanden.

defaultLayout sollte daher generell getMessage aufrufen und ggf. Botschaften darstellen

```

mkYesod "Messages" [parseRoutes|
/ RootR GET
/set-message SetMessageR POST
|]

getRootR :: Handler RepHtml
getRootR = defaultLayout [whamlet|
<form method=post action=@{SetMessageR}>
  My message is: #
  <input type=text name=message>
  <input type=submit>
|]

postSetMessageR :: Handler ()
postSetMessageR = do
  msg <- runInputPost $ ireq textField "message"
  setMessage $ toHtml msg
  redirect RootR

instance Yesod Messages where
  defaultLayout widget = do — Demo, nicht notwendig
    pc <- widgetToPageContent widget
    mmsg <- getMessage
    hamletToRepHtml [hamlet|
$doctype 5
<html>
  <head>
    <title>#{pageTitle pc}
    ^{pageHead pc}
  <body>
    $maybe msg <- mmsg
    <p>Your message was: #{msg}
    ^{pageBody pc}
|]

```

ULTIMATE DESTINATION

Erlaubt temporäre Umleitung eines Benutzers (z.B. für Login);
danach wird Benutzer wieder zur ursprünglichen Seite geschickt

```
setUltDest      :: RedirectUrl master url =>  
                url -> GHandler sub master ()
```

Setzt Ultimate Destination.

```
setUltDestCurrent :: GHandler sub master ()
```

Setzt Ultimate Destination auf aktuelle Seite, falls \neq 404.

```
setUltDestReferer :: GHandler sub master ()
```

Setzt Ultimate Destination auf Referer, falls ungesetzt.

```
redirectUltDest  :: RedirectUrl master url =>  
                url -> GHandler sub master a
```

Führt einen Redirect aus und löscht Ultimate Destination.

```
clearUltDest     :: GHandler sub master ()
```

Löscht Ultimate Destination.


```

mkYesod "UltDest" [parseRoutes|
/ RootR GET
/setname SetNameR GET POST
/sayhello SayHelloR GET
|]

getSetNameR = defaultLayout [whamlet|
<form method=post>
  Mein Name lautet #
  <input type=text name=name>
  . #
  <input type=submit value="Namen abschicken">
|]

postSetNameR :: Handler ()
postSetNameR = do
  name <- runInputPost $ ireq textField "name" — Get name and set in session
  setSession "name" name
  redirectUltDest RootR — After setting name, redirect to the ultimate destination
                        — If no destination is set, default to the homepage

getSayHelloR = do
  mname <- lookupSession "name" — Lookup name value set in session
  case mname of
    Nothing => do — No name in the session
      setUltDestCurrent — set current page as ultimate destination
      setMessage "Wie heisst Du?"
      redirect SetNameR — redirect to SetName page
    Just name => defaultLayout [whamlet|
<p>Hallo #{name}
|]

getRootR = defaultLayout [whamlet|
<p>
  <a href=@{SetNameR}>Namen angeben
<p>

```

GENERALISED ALGEBRAIC DATATYPES (GADTs)

```
data Expr = | Int           -- integer constants
            | B Bool       -- boolean constants
            | Add Expr Expr -- add two expressions
            | If Expr Expr Expr -- conditional
```

Definiert die Konstruktoren:

```
> :t B
B :: Bool -> Expr
>:t Add
Add :: Expr -> Expr -> Expr
>:t If
If :: Expr -> Expr -> Expr -> Expr
```

Alle Konstruktoren eines herkömmlichen Datentyps müssen den selben Ergebnistyp haben.

GADTs heben diese Einschränkung auf!

GENERALISED ALGEBRAIC DATATYPES (GADTs)

```
data Expr a where
  I    :: Int  -> Expr Int
  B    :: Bool -> Expr Bool
  Add  :: Expr Int -> Expr Int -> Expr Int
  If   :: Expr Bool -> Expr Int -> Expr Int -> Expr Int
```

Pattern Matching as usual:

```
eval :: Expr a -> a
eval (I n) = n
eval (B b) = b
eval (Add e1 e2) = eval e1 + eval e2
eval (If eb e1 e2)
  | (eval eb) == True  = eval e1
  | (eval eb) == False = eval e2
```

Anwendungsbeispiel: Typ-sichere DSLs

PERSISTENZ

Manchmal sollen Daten länger als eine Sitzung halten.

`Database.Persist` und `Yesod.Persist` stellen dazu eine Datenbank-Schnittstelle bereit.

- `Persistent` unterstützt verschiedene Datenbanken: PostgreSQL, SQLite, MongoDB, CouchDB, MySQL
- `Persistent` ist non-relational
- `Persistent` führt viele SQL Migrationen automatisch aus

Im Gegensatz zu Session-Maps ist die Datenbank-Schnittstelle im Typ-sicher, auch wenn die Datenbank selbst ungetypt ist.

Kein Unit-Tests notwendig!

TYP-SICHERE PERSISTENZ

Datenbanken werden mithilfe von TemplateHaskell spezifiziert:

```
mkPersist sqlSettings [persist |  
  Person  
    name String  
    age Int  
    deriving Show  
  BlogPost  
    title String  
    authorId PersonId  
  |]
```

Definiert Hilfsfunktionen und die Haskell-Datentypen:

```
data Person { name :: String, age :: Int }  
  deriving (Show, Read, Eq)  
type PersonId = Key SqlPersist Person  
  
data BlogPost { title :: String, authorId :: PersonId }  
  deriving (Read, Eq)
```

```
type PersonId = Key SqlPersist Person
```

```
instance PersistEntity Person where — Generalized Algebraic Datatype (GADT)
```

```
  data EntityField Person typ where
```

```
    PersonId  :: EntityField Person PersonId
```

```
    PersonName :: EntityField Person String
```

```
    PersonAge  :: EntityField Person Int
```

```
  type PersistEntityBackend Person = SqlPersist
```

```
toPersistFields (Person name age) = [SomePersistField name, SomePersistField age]
```

```
fromPersistValues [nameValue, ageValue] = Person
```

```
  <$> fromPersistValue nameValue
```

```
  <*> fromPersistValue ageValue
```

```
fromPersistValues _ = Left "Invalid fromPersistValues input"
```

— *Information on each field, used internally to generate SQL statements*

```
persistFieldDef PersonId = FieldDef
```

```
  (HaskellName "Id")
```

```
  (DBName "id")
```

```
  (FTTypeCon Nothing "PersonId")
```

```
  []
```

```
persistFieldDef PersonName = FieldDef
```

```
  (HaskellName "name")
```

```
  (DBName "name")
```

```
  (FTTypeCon Nothing "String")
```

```
  []
```

```
persistFieldDef PersonAge = FieldDef
```

```
  (HaskellName "age")
```

```
  (DBName "age")
```

```
  (FTTypeCon Nothing "Int")
```

```
  []
```

```
data Unique Person typ = IgnoreThis
```

```
entityDef = undefined
```

```
halfDefined = undefined
```

BENUTZERSPEZIFISCHE DATENBANKFELDER

Feldtypen müssen Instanzen der Klasse `PersistField` sein.

Für Enumerations kann die Instanz-Deklaration abgeleitet werden:

```
data Employment = Employed | Unemployed | Retired
    deriving (Show, Read, Eq)
derivePersistField "Employment"
```

```
mkPersist sqlSettings [persist |
Person
    name String
    employment Employment
|]
```

Konstruktoren werden in der Datenbank als String gespeichert, welche mit `Show` und `Read` verarbeitet werden. Dies erlaubt nachträgliche Erweiterung der Konstruktoren.

UNIQUENESS

Zeilen, welche mit Großbuchstaben beginnen, spezifizieren Einschränkung zu Einzigartigkeit:

```
mkPersist sqlSettings [persist |  
  Person  
    firstName String  
    lastName String  
    age Int  
    UniquePerson firstName lastName  
    deriving Show  
|]
```

Werden mehrere Felder angegeben, dann muss nur die entsprechende Kombination einzigartig sein.

Nachschalgen mit `getBy`:

```
getBy $ UniquePerson "Steffen" "Jost"
```


ATTRIBUTE

```
mkPersist sqlSettings [persist|
Person
  firstName String
  lastName String
  age Int Maybe
  created UTCTime default=now()
  deriving Show
|]
```

- Maybe wird hinten angestellt und macht das Feld optional in der Datenbank nullable
Achtung: Uniqueness funktioniert nur mit nicht-optionalen Feldern, da SQL nicht beantwortet ob `NULL==NULL` gilt
Haskell: Ja, PostgreSQL: Nein
- Mit `default` können Standardwerte vorgegeben werden
Achtung: Dies ist Datenbank spezifisch!

DATENBANK SCHNITTSTELLE

Die Klasse `PersistStore b m` definiert u.a.:

```
insert :: PersistEntity val => val -> b m (Key b val)  
      Wert in Datenbank einfügen
```

```
get :: PersistEntity val => Key b val -> b m (Maybe val)  
    Schlüssel in Datenbank nachschlagen
```

```
delete :: PersistEntity val => Key b val -> b m ()  
       Schlüssel in Datenbank löschen
```

```
repert :: PersistEntity val => Key b val -> val -> b m ()  
       Schlüssel ggf. ersetzen
```

```
main = withSqliteConn ":memory:" $ runSqlConn $ do  
  runMigration $ migrate entityDefs (undefined :: Person)  
  steffenId <- insert $ Person "Steffen" 37  
  steffen <- get steffenId  
  liftIO $ print steffen
```

DATENBANK SCHNITTSTELLE

```
main = withSqliteConn ":memory:" $ runSqlConn $ do
  runMigration $ migrate entityDefs (undefined :: Person)
  steffenId <- insert $ Person "Steffen" 37
  steffen <- get steffenId
  liftIO $ print steffen
```

WITHSQLITECONN

Anbindung an Datenbank je nach String Argument

RUNSQLCONN Datenbank Aktionen ausführen; genau eine Datenbank Transaktion pro Aufruf von `runSqlConn`
Alle Aktionen werden zurückgenommen, wenn bei einer Aktion darin eine Ausnahme auftritt

RUNMIGRATION

Default-Migration; auch beim Erstellen der Datenbank

DATENBANK MIGRATION

```
share [mkPersist sqlSettings , mkMigrate "migrateAll"] [persist |  
Person  
    name String  
    age Int  
|]
```

Automatische Migration bei:

- Zusätzliche Datentypen hinzufügen
- Zusätzliche Felder mit Default hinzufügen
- Typwechsel bei Felder, sofern Konversion möglich

Manuelle Intervention notwendig bei: `runMigrationUnsafe`

- Felder löschen
- Umbenennung von Felder oder Datentypen

Aktionen werden auf `stderr` protokolliert;

Migrations-Vorschau mit `printMigration` möglich

DATENBANK ABFRAGEN

Neben `get` und `getBy` gibt es noch echte Datenbank Abfragen:

```
selectList :: <...> =>  
  [Filter val] -> [SelectOpt val] -> b m [Entity val]
```

Zwei Argumente:

- Liste von Filtern
- List von Auswahl Optionen

Beispiel: Alle Menschen zwischen 26 und 30 auswählen:

```
people25bis30 <- selectList  
  [PersonAge >. 25, PersonAge <=. 30] []
```

DATENBANK ABFRAGEN

- Liste der Filter ist UND-Verknüpft
- Operatoren wie gewohnt, nur mit Punkt am Ende
- `!=.` anstelle von `/=.` wegen Namenskonflikt
- `<=.` und `/<=.` stehen für “element” und “nicht element”

Beispiel: Alle Menschen zwischen 26 und 30, oder deren Namen nicht “Adam” oder “Bonny” lautet, oder deren Alter genau 50 oder 60 beträgt:

```
people <- selectList
  (
    [PersonAge >. 25, PersonAge <= 30]
    ||. [PersonFirstName /<= ["Adam", "Bonny"]]
    ||. ([PersonAge == 50] ||. [PersonAge == 60])
  )
  []
```

DATENBANK ABFRAGEN

Auswahl Optionen:

- Asc **Feld** für aufsteigend sortierte Ergebnisse
- Desc **Feld** für absteigenden sortierte Ergebnisse
- LimitTo *n* um Anzahl Ergebnisse zu Begrenzen
- OffsetBy *n* um die ersten *n*-Ergebnisse zu überspringen

```
let resultsPerPage = 10
selectList
  [ PersonAge >=. 18 ]
  [ Desc PersonAge
    , Asc PersonLastName
    , Asc PersonFirstName
    , LimitTo resultsPerPage
    , OffsetBy $ (pageNumber - 1) * resultsPerPage
  ]
```

DATENBANK ABFRAGEN

Alternative Abfragen:

```
selectList :: <...> =>  
  [Filter val] -> [SelectOpt val] -> b m [Entity val]  
  liefert Ergebnis-List
```

```
selectFirst :: <...> =>  
  [Filter val] -> [SelectOpt val] -> b m (Maybe (Entity val))  
  liefert nur das erste Ergebnis
```

```
selectKeys :: PersistEntity val =>  
  [Filter val] -> Source (ResourceT (b m)) (Key b val)  
  liefert nur die Schlüssel der Ergebnisse
```

Direkte, rohe, typ-unsichere SQL Operationen sind auch möglich.

DATENBANK MANIPULATIONEN

```
update :: PersistEntity val =>  
  Key b val -> [Update val] -> b m ()  
  Datenbankwert verändern
```

```
updateWhere :: PersistEntity val =>  
  [Filter val] -> [Update val] -> b m ()  
  nur spezielle Werte verändern
```

```
deleteWhere :: PersistEntity val =>  
  [Filter val] -> b m ()  
  nur spezielle Werte löschen
```

```
personId <- insert $ Person "Andreas" "Abel" 37  
update personId [PersonAge =. 38]
```

```
updateWhere [PersonFirstName ==. "Andreas"]  
  [PersonAge +=. 1]
```

Operatoren: =., +=., -=., *=., /=.

DATENBANKEN INTEGRATION IN YESOD

Datenbank/Yesod-Schnittstelle in `Yesod.Persist` definiert:

```
runDB :: YesodDB sub master a -> GHandler
```

Datenbank Zugriff in Handler Funktion

```
get404 :: <...> =>
```

```
Key b val -> b m val
```

Wie `get`, nur liefert direkt 404 bei fehlschlag `getBy404`

- `YesodPersist`-Instanz des `Foundation Types` hält fest, welche Datenbank verwendet wird.
- `Foundation Typ` erhält ein Argument für die Datenbank, damit diese überall zugänglich ist.
- `Yesod Build Tool` kümmert sich bereits um alles Wesentliche!

```

share [mkPersist sqlSettings, mkMigrate "migrateAll"] [persist |
Person
    firstName String
    lastName String
    age Int Gt Desc
    deriving Show
]

data PersistTest = PersistTest ConnectionPool
mkYesod "PersistTest" [parseRoutes |
/person/#PersonId PersonR GET
]
instance Yesod PersistTest
instance YesodPersist PersistTest where
    type YesodPersistBackend PersistTest = SqlPersist

runDB action = do
    PersistTest pool <- getYesod
    runSqlPool action pool

getPersonR :: PersonId -> Handler RepPlain
getPersonR personId = do
    person <- runDB $ get404 personId
    return $ RepPlain $ toContent $ show person

openConnectionCount :: Int
openConnectionCount = 10

main :: IO ()
main = withSqlitePool "test.db3" openConnectionCount $ \pool -> do
    runSqlPool (runMigration migrateAll) pool
    runSqlPool (insert $ Person "Steffen" "Jost" 37) pool
    runSqlPool (insert $ Person "Andreas" "Abel" 38) pool
    warpDebug 3000 $ PersistTest pool

```

WEITERE YESOD THEMEN:

- Authentifizierung
- Wechsel von Entwicklung zum produktiven Webserver
- Internationalisierung
- Mastersites and Subsites

LITERATUR

- “Developing Web Applications with Yesod and Haskell”
by Michael Snoyman (O'Reilly, 2012)
- www.yesodweb.com Yesod Website
- A Gentle Introduction to Haskell
by Paul Hudak, John Peterson and Joseph Fasel
- The Haskell Wiki