Praktische Informatik 3

Einführung in die Funktionale Programmierung

Vorlesung vom 06.02.2007: Schlußbemerkungen

Christoph Lüth

WS 06/07

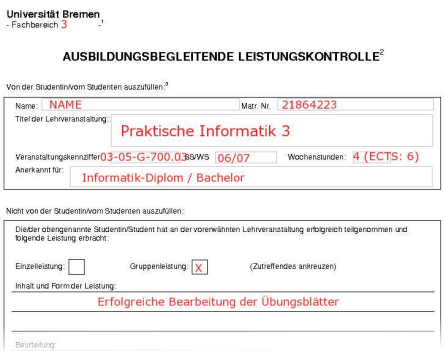
Inhalt der Vorlesung

- Organisatorisches
- Noch ein paar Haskell-Döntjes:
  - Concurrent Haskell
  - HaXml — XML in Haskell
- *Rückblick* über die Vorlesung
- *Ausblick*

Der *studienbegleitende Leistungsnachweis*

- Bitte *Scheinvordruck ausfüllen*.
  - Siehe Anleitung.
  - Erhältlich vor *FB3-Verwaltung* (MZH Ebene 7)
  - *Nur wer ausgefüllten Scheinvordruck abgibt, erhält auch einen.*
- Bei Sylvie Rauer (Cartesium 2.046) oder mir (Cartesium 2.045) oder Tutor *abgeben* (oder zum Fachgespräch mitbringen)

Scheinvordruck



Universität Bremen
- Fachbereich 3 -[1]

AUSBILDUNGSBEGLEITENDE LEISTUNGSKONTROLLE[2]

Von der Studentin/vom Studenten auszufüllen:[3]

Name: NAME Matr. Nr. 21864223

Titel der Lehrveranstaltung: Praktische Informatik 3

Veranstaltungskennziffer 03-05-G-700.03 SS/WS 06/07 Wochenstunden: 4 (ECTS: 6)

Anerkannt für: Informatik-Diplom / Bachelor

Nicht von der Studentin/vom Studenten auszufüllen:

Die/der obengenannte Studentin/Student hat an der vorerwähnten Lehrveranstaltung erfolgreich teilgenommen und folgende Leistung erbracht:

Einzelleistung: ☐ Gruppenleistung: ☒ (Zutreffendes ankreuzen)

Inhalt und Form der Leistung:

Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsblätter

Beurteilung:

Das Fachgespräch

- Dient zur *Überprüfung der Individualität der Leistung*
  - Insbesondere: Teilnahme an *Bearbeitung* der Übungsblätter
  - *Keine Prüfung*.
- *Dauer*: ca. 10 Min; einzeln, auf Wunsch mit Beisitzer
- *Inhalt*: Übungsblätter
- *Bearbeitete Übungsblätter* mitbringen — es werden *zwei Aufgaben* besprochen, die erste könnt Ihr Euch aussuchen
- Termine:
  - Di 20.02 und Mi 21.02, *Anmeldung* auf Webseite
  - ... oder nach Vereinbarung

Fallbeispiel: XML in Haskell

- Vorteile von strenger *Typisierung*, algebraische *Datentypen*.
- XML:
  - Eine Notation für polynomiale Datentypen mit viel < und >
  - Eine Ansammlung darauf aufbauender Techniken und Sprachen
- XML hat mehrere Schichten:
  - *Basis*: Definition von semantisch strukturierten Dokumenten
  - *Präsentation* von strukturierten Dokumenten
  - Einheitliche *Definitionen* und *Dialekte*

XML — Eine Einführung

- Frei definierbare *Elemente* und *Attribute*
- Elemente und Attribute werden in *DTD* definiert
  - Heutzutage: Schemas, *RelaxNG*
  - Entspricht einer Grammatik
- Beispiel: Ein Buch habe
  - Autor(en) — mindestens einen `[String]` (nichtleer)
  - Titel `String`
  - evtl. eine Zusammenfassung `[String]`
  - ISBN-Nummer `String`

Beispiel: RelaxNG Schema für Bücher

```
start= element book { attribute isbn { text }
                    , author+, title, abstract? }
author   = element author {text}
title    = element title {text}
abstract = element abstract {para*}
para     = element paragraph {text}
```

Beispiel: DTD für Bücher

```
<?xml encoding="UTF-8"?>
<!ELEMENT book (author+,title,abstract?)>
<!ATTLIST book
  isbn CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT author (#PCDATA)>
<!ELEMENT title (#PCDATA)>
<!ELEMENT abstract (paragraph)*>
<!ELEMENT paragraph (#PCDATA)>
```

- `book`, ..., `paragraph`: *Elemente*
- `isbn`: *Attribut*

Ein Beispiel-Buch

```
<?xml version='1.0'?>
<!DOCTYPE book SYSTEM "book.dtd">
<book isbn="3540900357">
  <author>Saunders MacLane</author>
  <title>Categories for the Working Mathematician</title>
  <abstract>
    <paragraph>The introduction to category theory
    by one of its principal inventors.</paragraph>
 </abstract>
</book>
```


HaXml

- HaXML: *getypte* Einbettung in Haskell
  - DTD → algebraischen Datentyp
  - Klasse `XmlContent`
  - Funktionen

    ```
    readXml :: XmlContent a => String -> Maybe a
    showXml :: XmlContent a => a -> String
    ```

  - Jedes Element einen Typ, Instanz von `XmlContent`
- Übersetzung der DTD: `DtdToHaskell book.dtd Book.hs`

Generiertes Haskell

```
module Book where
data Book = Book Book_Attrs (List1 Author) Title (Maybe Abstra
          deriving (Eq,Show)
data Book_Attrs = Book_Attrs
    { bookIsbn :: String
    } deriving (Eq,Show)
newtype Author = Author String  deriving (Eq,Show)
newtype Title = Title String  deriving (Eq,Show)
newtype Abstract = Abstract [Paragraph]  deriving (Eq,Show)
newtype Paragraph = Paragraph String  deriving (Eq,Show)

instance XmlContent Book where
    ...
```


Vorteile

- Einfache, *getypte* Manipulation von XML-Dokumenten
- *Beispiel* formatierte Ausgabe (Zeigen):

```
prt :: Book-> String
prt (Book (Book_Attrs {bookIsbn=i}) (NonEmpty as) (Title t)
   authors++ ": "++ t++ "\n"++ abstr++ "ISBN: "++ i where
   authors = if length nms > 3 then  head nms ++ " et al"
             else concat (intersperse ", " nms)
   nms   = map (\ (Author a)-> a) as
   abstr = case abs of
             Just (Abstract a)-> unlines (map
                          (\ (Paragraph p)-> p) a) ++ "\n"
             Nothing -> ""
```


Noch ein Beispiel: *Suche*

- ... in Bücherei nach Stichwörtern in Titel oder Zusammenfassung:
- Erweiterte DTD `library.dtd`

  ```
  <!ELEMENT library (book*)>
  ```

- Damit generierter Typ

  ```
  newtype Library = Library [Book] deriving (Eq,Show)
  ```

- Hilfsfunktion: Liste aller Wörter aus Titel und Zusammenfassung

  ```
  getWords :: Book-> [String]
  getWords (Book _ _ (Title t) Nothing) = words t
  getWords (Book _ _ (Title t) (Just (Abstract a))) =
    words t ++ (concat (map (\ (Paragraph p)-> words p) a))
  ```


Suche

```
query :: Library-> String-> [Book]
query (Library bs) key =
  filter (elem key. getWords) bs
```

- Nachteil: *Groß/Kleinschreibung* relevant
- Deshalb alles in *Kleinbuchstaben* wandeln:

```
query :: Library-> String-> [Book]
query (Library bs) key =
  filter (elem (map toLower key).
              (map (map toLower).getWords)) bs
```


Verbesserung: Suche mit *regulären Ausdrücken*

- Nutzt *Regex*-Bücherei des GHC:

  ```
  import Text.Regex
  data Regex -- abstrakt
  mkRegex :: String -> Regex -- übersetzt regex
  matchRegex :: Regex -> String -> Maybe [String]
  ```

- Damit neue Version von `query` (Zeigen):

  ```
  query' (Library bs) ex =
    filter (any (isJust.matchRegex (mkRegex ex)).
            getWords) bs
  ```

Zusammenfassung HaXML

- *Transformation* in Haskell einfacher, typsicherer &c. als style sheets, XSLT, &c
- Durch *XML* beschriebene Datentypen sind *algebraisch*
- Nützlich zum *Datenaustausch* — nahtlose Typsicherheit, e.g.

  `Java` ⟷ `Haskell` ⟷ `C++`

  - z.B. JAXB (`http://java.sun.com/webservices/jaxb/`)
  - *Leichtgewichtige Komponenten*

Concurrent Haskell

- *Threads* in Haskell:

```
forkIO :: IO () -> IO ThreadID
killThread :: ThreadID -> IO ()
```

- Zusätzliche Primitive zur Synchronisation
- Erleichtert Programmierung *reaktiver Systeme*
  - Benutzerschnittstellen, Netzapplikationen, ...
- hugs: *kooperativ*, ghc: *präemptiv*

Beispiel: Einfache Nebenläufigkeit

Beispiel: Zeigen

```
module Main where

import Control.Concurrent

write :: Char -> IO ()
write c = putChar c >> write c

main :: IO ()
main = forkIO (write 'X') >> write '.'
```


Nebenläufigkeit in Haskell

- *Synchronisationsmechanismen*: `MVar a`
- Können *nebenläufig* gelesen/geschrieben werden
- Nach dem Schreiben *voll*, nach dem Lesen *leer*
- *Blockiert* wenn
  - aus leerer `MVar` lesen
  - in volle `MVar` schreiben
- *Seiteneffekt*
- Damit *Schlangen* (Queues), *Kanäle*, *Semaphoren*, ...

Der Haskell Web Server

- Ein RFC-2616 konformanter *Webserver* (Peyton Jones, Marlow 2000)
- Beispiel für ein
  - *nebenläufiges*,
  - *robustes*,
  - *fehlertolerantes*,
  - *performantes* System.
- Umfang: ca. 1500 LOC, „written with minimal effort“
- Performance: ca. 100 req/s bis 700 req
- `http://www.haskell.org/~simonmar/papers/web-server.ps.gz`

Grundlagen der funktionalen Programmierung

- *Definition* von Funktionen durch rekursive Gleichungen
- *Auswertung* durch Reduktion von Ausdrücken
- *Typisierung* und *Polymorphie*
- Funktionen *höherer Ordnung*
- *Algebraische Datentypen*
- *Beweis* durch strukturelle und Fixpunktinduktion

Fortgeschrittene Features

- Modellierung von *Zustandsabhängigkeit* durch `IO`
- *Überladene* Funktionen durch *Typklassen*
- *Unendliche* Datenstrukturen und *verzögerte Auswertung*
- *Beispiele:*
  - *Parserkombinatoren*
  - *Grafikprogrammierung*
  - *Animation*

Was war wichtig?

- *Funktionen* als *Programme*: alle Abhängigkeiten *explizit*
- *Algebraische* Datentypen
- *Abstraktion* und abstrakte Datentypen

Zusammenfassung Haskell

Stärken:
- *Abstraktion* durch
  - *Polymorphie* und Typsystem
  - algebraische *Datentypen*
  - Funktionen *höherer* Ordnung
- Flexible Syntax
- Haskell als *Meta-Sprache*
- Ausgereifter Compiler
- Viele Büchereien

Schwächen:
- *Komplexität*
- *Dokumentation*
  - z.B. im Vergleich zu Java's APIs
- *Büchereien*
- Noch *viel im Fluß*
  - Tools ändern sich
  - Zum Beispiel FFI/HGL
- *Entwicklungsumgebungen*

Andere Funktionale Sprachen

- *Standard ML* (SML):
  - Streng typisiert, strikte Auswertung
  - Formal definierte Semantik
  - Drei aktiv unterstütze Compiler
  - `http://www.standardml.org/`
- *Caml*, *O'Caml*:
  - Streng typisiert, strikte Auswertung
  - Hocheffizienter Compiler, byte code & native
  - Nur ein Compiler (O'Caml)
  - `http://caml.inria.fr/`

Andere Funktionale Sprachen

- LISP & Scheme
  - Ungetypt/schwach getypt
  - Seiteneffekte
  - Viele effiziente Compiler, aber viele Dialekte
  - Auch industriell verwendet

Funktionale Programmierung in der Industrie

- *Erlang*
  - schwach typisiert, nebenläufig, strikt
  - Fa. Ericsson — Telekom-Anwendungen
- `FL`
  - ML-artige Sprache
  - Chip-Verifikation der Fa. Intel
- *Galois Connections*
  - *Hochqualitätssoftware* in Haskell
  - Hochsicherheitswebserver, Cryptoalgorithmen

Perspektiven

- Funktionale Programmierung in *10 Jahren*?
- *Anwendungen*:
  - Integration von XML, DBS (X#/Xen, Microsoft)
  - Integration in Rahmenwerke (F# & .Net, Microsoft)
  - Eingebettete *domänenspezifische Sprachen*
- *Forschung*:
  - Ausdrucksstärkere *Typsysteme*
  - für effiziente *Implementierungen*
  - und eingebaute *Korrektheit* (Typ als Spezifikation)
  - Parallelität?

Was lernt uns funktionale Programmierung?

- Abstraktion
  - Denken in Algorithmen, nicht in Programmiersprachen
- Konzentration auf *wesentliche* Elemente moderner Programmierung:
  - Typisierung und Spezifikation
  - Datenabstraktion
  - Modularisierung und Dekomposition
- Blick über den Tellerrand — Blick in die Zukunft
  - Studium $\neq$ Programmierkurs— was kommt in 10 Jahren?

Hilfe!

- Haskell: primäre Entwicklungssprache am DFKI, FG SKS
  - *Sicherheit in der Robotik*: `http://www.dfki.de/sks/sams`
- Wir suchen *studentische Hilfskräfte*
  - für diese Projekte
- Wir bieten:
  - Angenehmes *Arbeitsumfeld*
  - Interessante *Tätigkeit*
- Wir suchen *Tutoren für PI3*
  - im WS 05/06 — *meldet Euch* bei Berthold Hoffmann!

Tschüß!