Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Softwaretechnik
Prof. Andreas Zeller
Valentin Dallmeier, Silvia Breu, Stephan Neuhaus

11. Übung Softwaretechnik

Funktionale Programmierung

Abgabe: 27.01.2006, 12 Uhr

1 Overloading (9 Punkte)

Eingefleischte Vertreter der objektorientierten Programmierung begründen ihre Ablehnung der funktionalen Programmierung damit, dass OO einfacher und "natürlicher" sei. Wir wollen sehen, ob das wirklich so einfach ist und haben ein kleines Quiz zum Thema Overloading (Ad-Hoc Polymorphismus) vorbereitet:

Betrachten Sie den folgenden Programmcode. Der Einfachheit halber, wurde auf Sichtbarkeitsangaben (`public, protected, private`) verzichtet.

```
class Rectangle {
    void equal(Rectangle rectangle) {...}     //version *1*
}


class Square extends Rectangle {
    void equal(Square square) {...}     //version *2*
}


Rectangle rec1 = new Rectangle();
Rectangle rec2 = new Square();
Square square  = new Square();
```

Betrachten Sie die folgenden 4 Codefragmente in Java, und

- entscheiden Sie, welche der beiden `equal`-Methoden jeweils aufgerufen wird; (je 0.5 Punkte)
- begründen Sie jeweils Ihre Entscheidung. (1+2+3+1 Punkte)

Hinweis: Jede Variable hat einen statischen Typ. Zur Laufzeit kann sie aber ein Objekt mit einem davon verschiedenen dynamischen Typ halten. Berücksichtigen Sie auch Vererbungsbeziehungen bei Ihren Überlegungen.

1. ```
   rec1.equal(rec1);
   ```
2. ```
   rec1.equal(rec2);
   rec2.equal(rec1);
   rec2.equal(rec2);
   ```
3. ```
   square.equal(rec1);
   square.equal(rec2);
   rec1.equal(square);
   rec2.equal(square);
   ```
4. ```
   square.equal(square);
   ```

2 Quicksort (8 Punkte)

Die Vorlesung hat Quicksort in Haskell mit List-Comprehension vorgestellt. Zusätzlich wurde die Funktion `filter` vorgestellt:

```
qsort :: Ord a => [a] -> [a]
qsort []     = []
qsort (x:xs) = qsort [y | y <- xs, y <= x] ++ [x] ++
               qsort [y | y <- xs, y >  x]

filter :: (a -> Bool) -> [a] -> [a]
filter p []     = []
filter p (x:xs) = if p x then x : filter p xs
                  else filter p xs
```

a) Definieren Sie `qsort` statt mit List-Comprehension mit Hilfe von `filter` und benannten oder unbenannten Hilfsfunktionen. (5 Punkte)

b) Der Operator ++ ist wie folgt in Haskell definiert:

```
(++)             :: [a] -> [a] -> [a]
[]     ++ ys      = ys
(x:xs) ++ ys      = x : (xs ++ ys)
```

Die Operation `:` zum Anfügen eines Elementes an eine Liste besitzt konstanten Zeitaufwand $O(1)$. Welche Zeit-Komplexität besitzt damit die Verkettung von zwei Listen? Geben Sie eine Begründung an. (3 Punkte)

3 Summentypen in OO (13 Punkte)

Betrachten Sie die folgende Definition eines binären Suchbaumes in Haskell zusammen mit den Funktionen `height` und `insert`.

```
data Tree a = Empty | Node (Tree a) a (Tree a)

height :: Tree a -> Int
height Empty               = 0
height (Node left _ right) = 1 + max (height left) (height right)

insert :: Ord a => a -> Tree a -> Tree a
insert x Empty               = Node Empty x Empty
insert x (Node left y right)
    | x == y    = Node left y right
    | x <  y    = Node (insert x left) y right
    | otherwise = Node left y (insert x right)
```

Skizzieren Sie den Code in Java-Notation für eine Klasse `Tree` mit den Methoden `Tree insert(Comparable o)` und `int height()`. Vermeiden Sie die Verwendung von `null` und verwenden Sie dynamische Bindung (also Vererbung) statt expliziter Fallunterscheidung zwischen leeren und nicht-leeren Knoten.

Abgabe

Bilden Sie Teams aus je zwei Studenten, erarbeiten Sie die Lösung *gemeinsam* und reichen Sie *eine Lösung pro Team* ein. Drucken Sie ihre Lösungen aus, klammern Sie sie zusammen und werfen Sie sie in die mit "Softwaretechnik" beschrifteten Übungskästen vor Hörsaal 1 in Gebäude E1 1 (45). Abgaben per E-mail werden nicht akzeptiert. Einzelabgaben können nur in begründeten Ausnahmen akzeptiert werden. Dazu wenden Sie sich bitte *vor* der Abgabe per email an Valentin Dallmeier <dallmeier@st.cs.uni-sb.de>. Nicht genehmigte Einzelabgaben werden mit 0 Punkten bewertet.

Fragen?

Fragen zu diesem Übungsblatt können sie in Ihrer Übungsgruppe stellen.