Prof. Martin Hofmann, PhD
Dr. Steffen Jost

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Informatik
5. Februar 2018

14. Übung zur Vorlesung

Einführung in die Programmierung

Auf den folgenden Seiten finden Sie eine alte Klausur aus einem vergangenen Semester.

Bearbeiten Sie diese **vor Ihrer Übung**,

so dass in der Übungsstunde genug Zeit bleibt, diese Probeklausur ausführlich zu besprechen!

Diese Probeklausur ist natürlich nur von beispielhafter Natur. Eine Klausur kann immer nur eine Auswahl der behandelten Themen abfragen. Diese Klausur berührt Themen wie Exceptions oder Interfaces kaum und Themen wie OO-Design, GUI, Sortieren oder verkettete Listen überhaupt nicht — alle Themen der Vorlesung können in den echten Klausuren drankommen! Natürlich fallen dann andere Aufgaben weg, damit der Gesamtumfang gleich bleibt.

Auch zu diesem Übungsblatt wird eine Musterlösung per UniWorX herausgegeben werden.

Organisatorische Hinweise zur Klausur

- Eine Klausuranmeldung per UniworX ist zur Teilnahme zwingend erforderlich. Die Anmeldefirst ist bereits abgelaufen. Eine Abmeldung ist bis 12.2. möglich. Eine komplette Abmeldung von der Veranstaltung ist nicht notwendig, da wir ohnehin nur die zur Klausur angemeldeten Teilnehmer an das Prüfungsamt melden. Es werden allerdings alle zur Klausur angemeldeten Teilnehmer gemeldet, welche unentschuldigt nicht erscheinen!
- Jeder Student muss einen gültigen Lichtbildausweis **und** Studentenausweis mitbringen.
- Bitte beachten Sie die Hinweise zur Klausur auf der Vorlesungshomepage und auf der Klausur selbst (siehe nächste Seite)! Es ist immer wieder verwunderlich, wenn Teilnehmer trotz all dieser Hinweise z.B. wegen Einsatz falscher Stifte Punktabzug bekommen!
- Papier wird von uns gestellt und darf nicht mitgebracht werden.

  Am Platz darf sich nur ein paar Stifte ohne Mäppchen/Etui und eventuell ein Getränk in einer durchsichtigen Flasche befinden. Wir übernehmen keinerlei Haftung für Ihre Garderobe am Rand des Hörsaals.
- Taschen und Jacken müssen vorne an der Tafel abgelegt werden. Sollte jemand ein Telefon, mp3-Player, oder Ähnliches am Platz haben, ist das ein Täuschungsversuch, der dem Prüfungsausschuss gemeldet wird. Sollte ein Telefon klingeln, ist das eine Störung des Prüfungsablaufs und hat den Ausschluss von der weiteren Teilnahme zur Folge.
- Gehen Sie rechtzeitig vor Beginn in den zugewiesenen Raum! Die Raumeinteilung wird erst 2–3 Tage vor Klausurbeginn auf der Vorlesungshomepage bekanntgegeben.

Keine Abgabe

Institut für Informatik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Prof. Martin Hofmann, PhD
Dr. Steffen Jost

WiSe 2015/16
22.03.2016

Nachklausur zur Vorlesung

Einführung in die Programmierung

Die Bearbeitungszeit beträgt 120 min. Hilfsmittel sind nicht erlaubt, auch der Besitz ausgeschalteter elektronischer Geräte wird als Betrug gewertet. Schreiben Sie Ihren vollständigen Namen und Ihre Matrikelnummer deutlich lesbar auf dieses Deckblatt, sowie Ihren Namen in die Kopfzeile auf **jedem Blatt** der Klausurangabe! Geben Sie alle Blätter ab, lassen Sie diese zusammengeheftet! Verwenden Sie nur dokumentenechte Stifte und weder die Farben rot noch grün.

Kontrollieren Sie, ob Sie alle Aufgabenblätter erhalten haben. Aufgabenstellungen befinden sich auf den Seiten 1–9. Sie dürfen die Rückseiten für Nebenrechnungen nutzen. Falls Sie die Rückseiten für Antworten nutzen, so markieren Sie klar, was zu welcher Aufgabe gehört und schreiben Sie in der entsprechenden Aufgabe, wo alle Teile Ihrer Antwort zu finden sind. Streichen Sie alles durch, was nicht korrigiert werden soll!

Lesen Sie die Aufgabenstellungen vollständig durch, bevor Sie mit der Bearbeitung der Aufgaben beginnen. Es gibt 6 unterschiedlich gewichtete Aufgaben zu insgesamt 72 Punkten. Mit 36 Punkten haben Sie sicherlich bestanden. Die Teilaufgaben können unabhängig voneinander bearbeitet werden. Für alle (Teil-)Aufgaben mit Antworten zum Ankreuzen (Multiple-Choice) gilt, dass falsche Antworten die erzielte Punktzahl dieser Aufgabe reduziert. Unbeantwortete Fragen zählen 0 Punkte und reduzieren die Punktzahl nicht. Im schlimmsten Fall bekommt man 0 Punkte auf die jeweilige Aufgabe.

Mit Ihrer Unterschrift bestätigen Sie, dass Sie zu Beginn der Klausur in ausreichend guter gesundheitlicher Verfassung sind, und diese Klausurprüfung verbindlich annehmen.

Nachname:

Vorname:

Matrikelnummer:

Studiengang:

Hiermit erkläre ich die Richtigkeit der obigen Angaben: _____
(Unterschrift)

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	$\sum$	Bonus	Note
Punkte	12	12	12	12	12	12	**72**		
erreicht									

Aufgabe 1 (UML & Speicherdiagramm): (12 Punkte)

a) Zeichnen Sie das UML Klassendiagramm zu folgenden 4 Klassen:

```
public interface Collection {
  int     size();
  void    add(Integer i);
  boolean contains(Integer i);
}


public class Set implements Collection {
  private int counter;

  public Set() { counter=0; }

  @Override
  public int size() { return counter; }

  @Override
  public void add(Integer i) {
    counter++;  // INCOMPLETE
  }

  @Override
  public boolean contains(Integer i) {
    return false;  // INCOMPLETE
  }
}
```

```
public class HashSet extends Set {
  private Integer[] store;

  public HashSet() { store = new Integer[42]; }
  public int storesize() { return 42; }
  @Override
  public boolean contains(Integer v) {
    for (int i=0; i<store.length; i=i+1){
      if (v.equals(store[i])) return true;
    }
    return false;
} }

public class TreeSet extends Set {
  private Node tree;

  public TreeSet() { super(); }
  @Override
  public void add(Integer i) {
    super.add(i);
    tree.insert(i);
  }
  public int depth() {
    return 0;  //UNFINISHED
} }
```

Hinweis: Klasse `Node` aus Teilaufgabe b soll im Klassendiagramm nicht mit abgebildet werden.

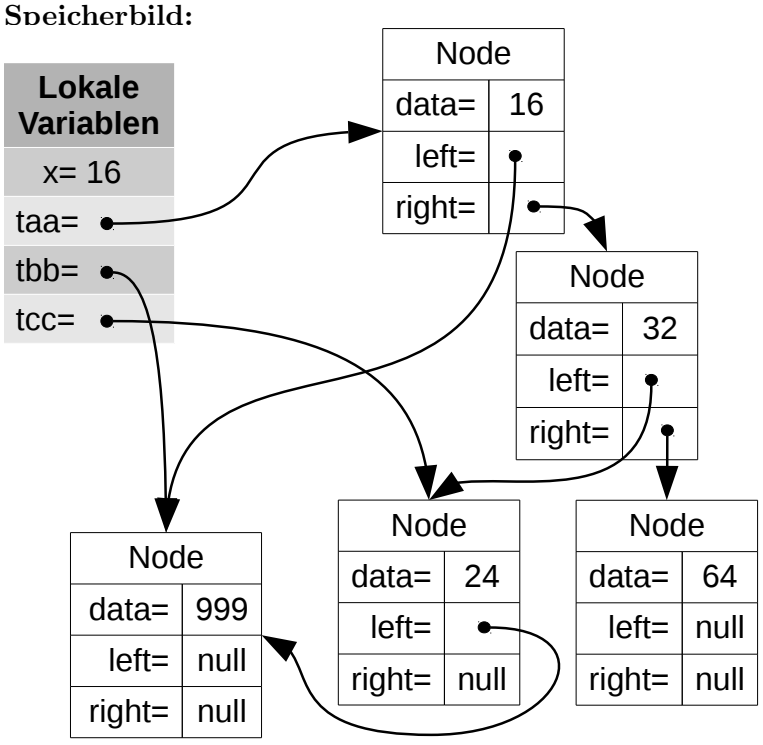
b) Gegeben ist die neben angegebene Definition der Klasse `Node`, eine unvollständige `main`-Methode aus einer anderen Klasse, sowie das unten gezeigte Speicherdiagramm.
Fügen Sie Anweisung zur `main`-Methode hinzu, so dass das gegebene Speicherdiagramm zu der markierten Stelle passt!
Genauer: Beginnend mit einem leeren Speicher soll nach Ablauf der von ihnen erweiterten `main`-Methode der Speicherinhalt mit dem Speicherdiagramm übereinstimmen. Den gegebenen Code dürfen Sie nicht verändern; Sie dürfen nur Anweisungen in `main` hinter dem Kommentar einfügen. Verwenden Sie möglichst wenige Anweisungen. Achten Sie drauf, dass auch die angegebenen lokalen Variablen exakt[a] übereinstimmen.

```
public class Main {
  public static void
    main(String[] args) {
      int   x  = 2 * 8;
      Node taa = new Node(x);
      // Anweisungen ab hier anfügen!




      // !!! Speicherbild hier !!!
      System.out.println("So isses!");
}   }
```

[a] Parameter `args` zur Vereinfachung ignoriert.

```
public class Node {
  public final int UNDEFINED = 999;
  private int data;
  private Node left;
  private Node right;

  public Node(int data) {
    this.data  = data;
    this.left  = null;
    this.right = null;
  }

  public Node getRight() { return right; }

  public void setLeft(Node node) { left = node; }

  public void insert(int value) {
    if (value > data) right = place(value,right);
    else              left  = place(value, left);
  }

  private Node place(int value, Node node) {
    if (node==null) { return new Node(value); }
    else {
      node.insert(value);
      return node;
    }
} }
```

Speicherbild:



Aufgabe 2 (Programmverständnis): **(12 Punkte)**

Welche Ausgabe wird jeweils von dem gegebenen Programm erzeugt? (Jeweils max. 1 von 4 ankreuzen.)

a)

```
public class Main {
  public static String c(){
      System.out.print("b");
      return "e";
  }
  public static void main(String[] args) {
      String c = "c";
      String d = "d";
      System.out.print(("a"+c())+((d)+"c"));
} }
```

Ausgabe ist:

- ☐ bacdc
- ☐ aedc
- ☐ baedc
- ☐ acdc

---

b)

```
public class Main {
 public static String foo(Integer i,Double d){return "Hallo";}
 public static String foo(Double d, Object o){return "Hello";}
 public static String foo(Object d){ return " world"; }
 public static String foo(String s){ return "ween"; }
 public static void main(String[] args) {
   String res = foo(6.0,9.0)+foo(3.0+"")+"";
   System.out.println(res);
}}
```

Ausgabe ist:

- ☐ Hallo world
- ☐ Halloween
- ☐ Hello world
- ☐ Helloween

---

c)

```
public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    int[]idx  =
      new int[]{  6 , 5 , 2 , 7 , 9 ,10 , 1 , 8 , 4 , 3 ,10 };
    char[]val =
      new char[]{'d','a','i','m','e','m','a','d','d','i','n'};
    int i = 1;
    String result = "";
    while (i < idx.length) { result += val[idx[i]];
                             i = idx[i]+1;          }
    System.out.println(result);
} }
```

Ausgabe ist:

- ☐ mai
- ☐ admin
- ☐ aaimdm
- ☐ maiden

---

d)

```
public class Fehler extends Exception { }
public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    try {
      System.out.print("Mot");
      if (0==0.0) throw new Fehler();
      System.out.print("kraft");
    } catch (NumberFormatException n) {
      System.out.print("ten");
    } catch (Fehler f) {
      System.out.print("or");
    } catch (Exception e) {
      System.out.print("örhead");
    } finally {
      System.out.print("rad");
} } }
```

Ausgabe ist:

- ☐ Motorrad
- ☐ Motorkraftrad
- ☐ Motten
- ☐ Motörhead

Aufgabe 3 (Backus-Naur-Form): **(12 Punkte)**

Gegeben sei folgende BNF-Grammatik mit dem Startsymbol $\langle Ausdruck \rangle$:

$$
\begin{aligned}
\langle Ausdruck \rangle &::= \langle BinOp \rangle \mid [\text{“!”}]\, \langle Term \rangle \\
\langle Term \rangle &::= \langle Atom \rangle \mid \text{“(”}\ \langle Ausdruck \rangle\ \text{“)”} \\
\langle BinOp \rangle &::= \langle Ausdruck \rangle\ \text{“\&\&”}\ \langle Term \rangle \mid \langle Ausdruck \rangle\ \text{“||”}\ \langle Term \rangle \\
\langle Atom \rangle &::= (\langle Buchstabe \rangle)^+ \mid \text{“true”} \mid \text{“false”} \\
\langle Buchstabe \rangle &::= \text{“x”} \mid \text{“y”} \mid \text{“z”} \\
\langle Funktion \rangle &::= \text{“f”} \mid \text{“g”}
\end{aligned}
$$

Entscheiden Sie für die folgenden Wörter jeweils, ob sie in der Sprache dieser Grammatik sind. Geben Sie klar an, ob das Wort in der Sprache ist oder nicht. Begründen Sie Ihre Antwort, falls das Wort nicht in der Sprache ist. Geben Sie für Wörter, welche in der Sprache sind, eine ausführliche Ableitung an! Führen Sie dabei jeden Schritt einzeln aus! Lediglich bei der Ersetzung eines Nichtterminals durch seine Definition dürfen Sie gleich eine Auswahl der Alternative treffen. Die Anführungszeichen um Terminalsymbole dürfen Sie weglassen, wenn Sie möchten.

Die Ableitung des Wortes “true” “&&” “x” hier als Beispiel:

$$
\begin{aligned}
&\langle Ausdruck \rangle \rightarrow \langle BinOp \rangle \rightarrow \langle Ausdruck \rangle\ \text{“\&\&”}\ \langle Term \rangle \rightarrow [\text{“!”}]\, \langle Term \rangle\ \text{“\&\&”}\ \langle Term \rangle \\
&\quad \rightarrow \langle Term \rangle\ \text{“\&\&”}\ \langle Term \rangle \rightarrow \langle Term \rangle\ \text{“\&\&”}\ \langle Atom \rangle \rightarrow \langle Term \rangle\ \text{“\&\&”}\ (\langle Buchstabe \rangle)^+ \\
&\quad \rightarrow \langle Term \rangle\ \text{“\&\&”}\ \langle Buchstabe \rangle \rightarrow \langle Term \rangle\ \text{“\&\&”}\ \text{“x”} \rightarrow \langle Atom \rangle\ \text{“\&\&”}\ \text{“x”} \rightarrow \text{“true”}\ \text{“\&\&”}\ \text{“x”}
\end{aligned}
$$

a) “(” “!” “true” “)”

b) “!” “y” “||” “z”

c) “true” “&&” “false” “||” “true”

Aufgabe 4 (Vererbung): **(12 Punkte)**

Gegeben sind folgende Klassen:

```
public class Bankkonto implements Comparable {
  private int kontonummer;

  public Bankkonto(int knr) {
    this.kontonummer = knr;
  }
  public int getKontonummer() {
    return kontonummer;
  }
  @Override
  public int compareTo(Object o) {  // TODO
    return 0;
  }
  @Override
  public String toString() {
    return "Bankkonto("+ kontonummer + ")";
} }
```

```
public class Girokonto extends Bankkonto {
  public Girokonto(int kontonummer) {
    super(kontonummer);
} }

public class Sparkonto extends Bankkonto {
  private int zinssatz;

  public Sparkonto(int knr, int zinssatz){
    super(knr);
    this.zinssatz = zinssatz;
} }
```

a) Welche der folgenden Anweisung erzeugen Typfehler:

(i)	`Object o = new Bankkonto(4);`	☐	Okay	☐ Typfehler
(ii)	`Bankkonto b = new Girokonto(7);`	☐	Okay	☐ Typfehler
(iii)	`Sparkonto s = new Bankkonto(5);`	☐	Okay	☐ Typfehler
(iv)	`Girokonto g = new Sparkonto(2,7);`	☐	Okay	☐ Typfehler

b) Die Anweisung `System.out.println(new Girokonto(9));` gibt `"Bankkonto(9)"` aus. Ändern Sie die Klasse `Girokonto` so ab, dass `"Girokonto(9)"` ausgegeben wird. Die Klasse `Bankkonto` dürfen Sie nicht verändern!

Die Aufgabe wird auf dem nächsten Blatt fortgesetzt.

Fortsetzung von Aufgabe 4:

c) Vervollständigen Sie die Methode `compareTo` innerhalb der Klasse `Bankkonto`, so dass Bankkonten nach Ihrer Kontonummer verglichen werden.

Beispiel: `(new Bankkonto(7)).compareTo(new Bankkonto(3))` evaluiert zu -1.

d) Gegeben sind zwei korrekte Methoden zum Sortieren von Array-Listen. Die beiden Methoden unterscheiden sich nur durch Ihre Typ-Signaturen:

```
public static void barSort(ArrayList<          Bankkonto> bls) { }
public static void fooSort(ArrayList<? extends Bankkonto> bls) { }
```

Erklären Sie den Unterschied zwischen `barSort` und `fooSort`!

Aufgabe 5 (Nebenläufigkeit): Nebenläufigkeit = Parallel + Abhängig (beeinflussend) **(12 Punkte)**

```
public class Packer implements Runnable {
  String name;
  String ding;
  Koffer koffer;

  public Packer(
    String n, String d, Koffer k) {
      name = n; ding = d; koffer = k;
  }
  @Override
  public synchronized void run() {
    while (true) {
      if (koffer.auspacken().equals(""))
      { System.out.println(name +
          " packt " + ding + " hinein.");
        koffer.einpacken(ding);
      } else {
        System.out.print(name +
          " packt " + ding +" ein und ");
        ding = koffer.umpacken(ding);
        System.out.println(ding+" aus.");
      }
    }
  }
}
```

```
public class Koffer {
  private String inhalt;

  public Koffer() { inhalt = ""; }
  public String auspacken() {return inhalt;}
  public void einpacken(String sache) {
   inhalt = sache;
  }
  public synchronized
    String umpacken(String herein) {
      String heraus = inhalt;
      inhalt = herein;
      return heraus;
} }
public class Main {
  Koffer k = new Koffer();
  Packer pa = new Packer("A","hut",k);
  Packer pb = new Packer("B","ski",k);
  Packer pc = new Packer("C","axt",k);
  (new Thread(pa)).start();
  (new Thread(pb)).start();
  (new Thread(pc)).start();
  while(true){
    System.out.println("Koffer: "+k.auspacken());
} }
```

a) Welche der folgenden Ausgaben sind jeweils nach einem frischem Programmstart möglich:

(i)
```
C packt axt hinein.
B packt ski ein und axt aus.
Koffer: ski
A packt hut ein und ski aus.
```
Ausgabe ist ☐ möglich ☐ unmöglich.

(ii)
```
A packt hut hinein.
B packt ski hinein.
Koffer: hut
C packt axt ein und ski aus.
```
Ausgabe ist ☐ möglich ☐ unmöglich.

(iii)
```
A packt hut hinein.
A packt hut ein und hut aus.
Koffer: hut
A packt hut ein und hut aus.
```
Ausgabe ist ☐ möglich ☐ unmöglich.

(iv)
```
B packt ski ein und axt aus.
C packt axt hinein.
A packt hut ein und ski aus.
Koffer: hut
```
Ausgabe ist ☐ möglich ☐ unmöglich.

(v)
```
A packt hut hinein.
B packt ski ein und hut aus.
C packt axt ein und hut aus.
Koffer: axt
```
Ausgabe ist ☐ möglich ☐ unmöglich.

(vi)
```
A packt hut hinein.
C packt axt hinein.
A packt hut ein und axt aus.
```
Ausgabe ist ☐ möglich ☐ unmöglich.

Die Aufgabe wird auf dem nächsten Blatt fortgesetzt.

Fortsetzung von Aufgabe 5:

b) Eine seltene Race Condition verursacht bei einem Test folgende hässliche Ausgabe:

```
Koffer: ski
B packt axt ein und A packt hut ein und axt aus.
ski aus.
Koffer: hut
```

Die mittleren beiden Zeilen werden von einer Methode erzeugt, welche bereits `synchronized` ist! Warum ist diese Ausgabe dennoch möglich? *Genauer:* Wie kann man dies mit korrekter Synchronisierung verhindern? (Die `print`-Anweisungen bleiben unverändert an gleicher Stelle.)

c) Kann es in dem gegeben Programm zu einem Deadlock kommen, so dass keine Ausgabe mehr stattfindet? Begründen Sie anschließend Ihre Anwort mit 2–4 Sätzen!

☐ Ja, Deadlock ist möglich, weil... ☐ Nein, es kann kein Deadlock auftreten, weil...

d) Die Methode `wait()` darf nur innerhalb einer synchronisierten Methode (oder innerhalb eines synchronisierten Blocks) aufgerufen werden. Warum? Was ist der Sinn eines Aufrufs von `wait()`?

Aufgabe 6 (Hoare Logik): **(12 Punkte)**

a) Entscheiden Sie jeweils ohne Angabe eines Beweis, ob es sich um ein Hoare-Tripel handelt[b], und falls es ein Hoare-Tripel ist, ob dieses gültig ist oder nicht.

(i) $\{i < j\}$ `i = i + 7;` $\{i + 7 < j\}$

☐ kein Hoare-Tripel ☐ ungültiges Hoare-Tripel ☐ gültiges Hoare-Tripel

(ii) $\{n = a + b$ und $a \leq b\}$ `{b = b + 1; n = n + 1;}` $\{a < b\}$

☐ kein Hoare-Tripel ☐ ungültiges Hoare-Tripel ☐ gültiges Hoare-Tripel

(iii) $\{z = x + y\}$ `if (x > 0) {z = z - x;} else {y = y - x;}` $\{x + y \geq z\}$

☐ kein Hoare-Tripel ☐ ungültiges Hoare-Tripel ☐ gültiges Hoare-Tripel

b) Vervollständigen Sie die Regel des Hoare-Kalküls für `while`-Schleifen:

$$\frac{\qquad\qquad}{\{P\}\ \texttt{while (b) c}\ \{Q\}}$$

c) Beweisen Sie mit Hilfe des Hoare-Kalküls die Gültigkeit des folgenden Hoare-Tripels:

$$\{z = 42 \text{ und } r = (0 \cdot y) + 0\}\ \texttt{c}\ \{z = 42 \text{ und } r = x \cdot y\}$$

wobei all Variablen i, k, r, x, y, z Typ `int` haben und c das folgende Programmstück ist:

```
int i = 0;
while (i != x) {
    int k = 0;
    while (k != y) { r++; k++; }
    i++;
}
```

Nachdem Sie Ihren Beweis vollendet haben, schreiben Sie hier die benutzten Invarianten hin:

Invariante äußere Schleife I_1: _____

Invariante innere Schleife I_2: _____

Option zu Vereinfachung: $z = 42$ überall weglassen, dafür 1 Punkt Abzug.

[b] Falls es kein Hoare-Tripel ist, dann liegt es *nicht* an einer Spitzfindigkeit wie z.B. ein Semikolon zu viel/zu wenig.