
Aufgaben zur Klausur **C** und **Objektorientierte Programmierung** im WS 2006/07 (WI h103, II h105, MI h353)

Zeit: 150 Minuten

erlaubte Hilfsmittel: keine

Bitte tragen Sie Ihre Antworten und fertigen Lösungen ausschließlich an den gekennzeichneten Stellen in das Aufgabenblatt ein. Ist ihre Lösung wesentlich umfangreicher, so überprüfen Sie bitte nochmals Ihren Lösungsweg.

Sollten Unklarheiten oder Mehrdeutigkeiten bei der Aufgabenstellung auftreten, so notieren Sie bitte, wie Sie die Aufgabe interpretiert haben.

Viel Erfolg !

Diese Klausur besteht einschließlich dieses Deckblattes aus 17 Seiten

Aufgabe 1:

Seien f_1, f_2, g_1, g_2 Funktionen vom Typ $\mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$.

Weiter gelte $f_i(n) \in O(g_i(n))$ und $c_i \in \mathbb{R}$ für $i \in \{1, 2\}$.

1. Aus welcher Komplexitätsklasse ist $f(n) = f_1(n) + c_1 * n$

.....

2. Aus welcher Komplexitätsklasse ist $f(n) = f_1(n) * n^2 + f_1(n) * n$

.....

3. Aus welcher Komplexitätsklasse ist $f(n) = f_1(n) * (f_2(n) + c_2)$

.....

4. Aus welcher Komplexitätsklasse ist $f(n) = (f_1(n))^2 + f_1(n)$

.....



Aufgabe 2:

Gegeben sei das folgende C-Programmstück für die Berechnung der Länge der kürzeszen und längsten Pfade in binären Bäumen:

```
typedef unsigned int Nat;

typedef char * Element;

typedef struct Node *Set;
struct Node {
    Element info;
    Set l;
    Set r;
};

#define isEmpty(s) ((s) == (Set)0)

Nat max(Nat i, Nat j) {
    return i > j ? i : j;
}

Nat min(Nat i, Nat j) {
    return i < j ? i : j;
}

Nat maxPathLength(Set s) {
    if (isEmpty(s))
        return 0;
    return
        1 + max(maxPathLength(s->l),
                maxPathLength(s->r));
}

Nat minPathLength(Set s) {
    if (isEmpty(s))
        return 0;
    return
        1 + min(minPathLength(s->l),
                minPathLength(s->r));
}
```

Beim Testen, ob ein Baum ausgewogen ist, benötigt man sowohl die Länge des kürzesten als auch des längsten Pfades. Dafür muss man den Baum sowohl mit *minPathLength* als auch mit *maxPathLength* traversieren.

Aufgabe 3:

Gegeben seien die C Typ-, Variablen- und Funktionsdeklarationen:

```
typedef double Time;
```

```
typedef Time (*F) (void);
```

```
typedef struct x *X;
```

```
struct x  
{  
    int x;  
    unsigned char c[5];  
    unsigned int n;  
    Time t;  
    X l[2];  
    X *p;  
    F getTime;  
};
```

```
X x1;
```

```
long int i;
```

```
double f1 (void);
```

```
double f2 (double x);
```

und die folgenden C-Ausdrücke

1. `x1->l`
2. `&(x1->p)`
3. `x1->getTime == f1`
4. `(x1->getTime) = f2`
5. `(x1->getTime)() = f2(1.0)`
6. `*(x1->l)`
7. `*(x1->l[1])`
8. `x1->c`
9. `*((*x1).c)`
10. `x1 && i`
11. `*(x1->c) & i`
12. `i ? x1->x : x1->n`

1. Welche Ausdrücke sind fehlerhafte C-Ausdrücke oder enthalten logische Fehler?
(Diese Ausdrücke sind in den folgenden Fragen nicht mehr zu berücksichtigen).

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

2. Welche Ausdrücke besitzen einen Typ *Zeiger auf ...*?

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

3. Welche Ausdrücke besitzen einen Typ *Zeiger auf Zeiger auf ...*?

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

4. Welche Ausdrücke besitzen einen vorzeichenlosen ganzzahligen Typ?

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

5. Welche Ausdrücke werden bei beliebiger Variablenbelegung immer zu 0 oder 1 ausgewertet?

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

6. Welche Ausdrücke besitzen einen Funktionszeiger als Typ?

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

7. Welche Ausdrücke besitzen einen *struct x*-Typ?

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

Aufgabe 4:

Gegeben sei das folgende C-Programm zur Verarbeitung von Mengen als Bitstrings.

```
#include <stdio.h>

typedef unsigned char Set;
#define SetMax 8

void printSet(Set s) {
    unsigned int i = SetMax;
    while ( i-- != 0 )
        printf("%1u", (unsigned int)((s >> i) & 1));
}

#define PRINT(s) { printSet(s); printf("\n"); }

#define single(i) ( (Set)(1 << (i)) )
#define first(n) (single(n) - 1)
#define interval(n,m) (first(m+1) ^ first(n))

int main(void) {
    Set s1;

    PRINT( (Set)-1 );
    PRINT( single(0) );
    PRINT( single(SetMax / 2 - 1) );

    PRINT( interval(2,6) );
    PRINT( interval(6,2) );
    PRINT( interval(0,SetMax) );

    PRINT( 4 | 15 );
    PRINT( 4 || 15 );
    PRINT( first(SetMax / 2 + 1) );

    s1 = interval(2,5) & ~interval(3,6); PRINT(s1);
    s1 = interval(2,5) ^ interval(3,6); PRINT(s1);

    s1 = 2 + 8 + 32;
    s1 ^= s1 & (~s1 + 1); PRINT(s1);

    return 0;
}
```

Die Mengen sind in diesem Beispiel 8 Bits lang, können also die Elemente $0, 1, \dots, 7$ enthalten. `printSet` gibt eine Menge im Binärformat aus. Die Menge, die nur die 1 enthält würde als 00000010 ausgegeben werden. Das `PRINT` Makro gibt jeweils eine Menge pro Zeile aus.

Welche 12 Ausgabezeilen erzeugt dieses Programm?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)
- 9)
- 10)
- 11)
- 12)



Aufgabe 5:

Die folgenden Klassen dienen zur Implementierung einer allgemeinen dynamischen Datenstruktur für Listen und Bäume. Die Bezeichnungen sind an die in LISP üblichen Bezeichnungen angelehnt. In dieser einfachsten universellen Datenstruktur gibt es drei Ausprägungen:

Atome sind die elementaren Objekte, diese werden durch einen Namen identifiziert.

Ein spezielles elementares (atomares) Objekt wird mit nil bezeichnet und wird z.B. für die Darstellung einer leeren Liste verwendet.

Zusammengesetzte Objekte werden mit Hilfe von Paaren aufgebaut, wobei die beiden Teile wieder beliebig komplexe Werte sein dürfen.

Listen werden üblicherweise als eine Folge von Paaren dargestellt, wobei die Elemente der Liste über den cdr-Verweis verkettet werden und das Ende der Liste durch eine Referenz auf das nil-Objekt gekennzeichnet wird.

Mit Prädikaten kann man Eigenschaften eines Werts erfragen:

- isAtom soll gelten für nicht zusammengesetzte Objekte
- isNil nur für den speziellen nil-Wert
- isPair nur für zusammengesetzte Werte
- isList soll gelten für die leere Liste, repräsentiert durch nil, und für Paare, deren zweiter Teil (cdr) eine Liste ist
- isEqual soll zwei beliebige Werte auf Gleichheit überprüfen. Zu implementieren ist dieser Test mit möglichst wenigen Vergleichsoperationen.

Die append-Methode soll eine neue Liste aufbauen, bei der der Wert am Ende der Liste steht, also über die Referenz in car aus dem letzten Paar zugreifbar ist.

Die length Methode berechnet die Anzahl der Paare, die über die cdr-Referenzen verkettet sind.

Teile der Implementierung sind vorgegeben, füllen sie die fehlenden Methodenrumpfe so, dass die oben geforderte Funktionsweise sichergestellt ist.

Die toString-Methoden sind als reine Testmethoden zu behandeln, keine der anderen Methoden sollte diese in ihrer Implementierung nutzen.

```

public
  abstract
  class Value {

    //-----
    // Prädikate

    public
      boolean isAtom() {
      return
        false;
      }
    public
      boolean isNil() {
      return
        false;
      }
    public
      boolean isPair() {
      return
        false;
      }
    public
      boolean isList() {
      return
        false;
      }
    public
      boolean isEqual(Value v2) {
      return
        false;
      }

    //-----
    // Selektoren

    public
      Value car() {
      throw
        new RuntimeException("car not supported");
      }
    public
      Value cdr() {
      throw
        new RuntimeException("cdr not supported");
      }
  }

```

```

//-----

public
    Value append(Value v2) {
        return
            new Pair(v2,this);
    }

public
    int length() {
        return
            0;
    }

//-----

public static final
    Value nil = new Nil();

public static
    Value atom(String name) {
        return
            new Atom(name);
    }

public static
    Value pair(Value car, Value cdr) {
        return
            new Pair(car,cdr);
    }

```

```
//innere Klasse Nil
```

```
private static final  
  class Nil extends Value {  
  
    public  
      boolean isAtom() {  
        .....  
        .....  
      }  
    public  
      boolean isNil() {  
        .....  
        .....  
      }  
    public  
      boolean isList() {  
        .....  
        .....  
      }  
    public  
      boolean isEqual(Value v2) {  
        .....  
        .....  
      }  
  
    public  
      String toString() {  
        return  
          "nil";  
      }  
  }
```

```
// Ende Klasse Nil
```

```

// innere Klasse Atom

private static final
    class Atom extends Value {

        final
            String name;

        Atom(String name) {
            this.name = name;
        }

        public
            boolean isAtom() {

                .....
            }

        public
            boolean isEqual(Value v2) {

                .....
                .....
                .....
                .....
                .....
            }

        public
            String toString() {
                return
                    name;
            }
    }

// Ende Klasse Atom

```

```
// innere Klasse Pair
```

```
private static final  
    class Pair extends Value {  
  
    final  
        Value car, cdr;  
  
    Pair(Value car, Value cdr) {  
        this.car = car;  
        this.cdr = cdr;  
    }  
  
    public  
        boolean isPair() {  
  
        .....  
    }  
    public  
        boolean isList() {  
  
        .....  
    }  
  
    public  
        Value car() {  
        return  
            car;  
        }  
  
    public  
        Value cdr() {  
        return  
            cdr;  
        }  
  
    public  
        String toString() {  
        return  
            "( " + car.toString() + " . " + cdr.toString() + " )";  
        }  
    }
```

```
public
  boolean isEqual(Value v2) {
    .....
    .....
    .....
    .....
    .....
    .....
    .....
  }
```

```
public
  Value append(Value v2) {
    .....
    .....
    .....
    .....
    .....
  }
```

```
public
  int length() {
    .....
    .....
    .....
  }
```

```
}
// Ende Klasse Pair
}
```

Fragen:

1. Ist das `private` Attribut für die inneren Klassen `Nil`, `Atom` und `Pair` wichtig?
ja nein

Begründung:

.....

2. Ist das `static` Attribut für die inneren Klassen `Nil`, `Atom` und `Pair` wichtig?
ja nein

Begründung:

.....

3. Würden diese Klassen auch noch korrekt arbeiten, wenn man das `static` Attribut weglässt?
ja nein

Begründung:

.....

4. Hätte das fehlende `static` Attribut Einfluss auf die Größe der Objekte?
ja nein

Begründung:

.....

5. Ist die Funktion `atom` in der Klasse `Value` notwendig, oder ist es vernünftiger, den sehr kurzen Funktionsrumpf in die Anwendungen direkt einzukopieren.
Notwendig?
ja nein

Begründung:

.....

6. Ist es aus Software technischen Gründen sinnvoll in den Funktionen `car` und `cdr` mit der Klasse `RuntimeException` anstatt mit einer eigenen von `Exception` abgeleiteten Klasse zu arbeiten?
ja nein

Begründung:

.....

7. Ist das final Attribut für die static Variable nil wichtig?

ja nein

Begründung:

.....

8. Ist das final Attribut für die inneren Klassen Nil, Atom und Pair wichtig?

ja nein

Begründung:

.....

9. Ist es aus softwaretechnischen Gründen sinnvoll, die Klassen Nil, Atom und Pair als innere Klassen zu realisieren?

ja nein

Begründung:

.....

.....

10. Wie viele Objekte aus der Klasse Nil werden in einem Programm, das diese Klassen verwendet, erzeugt?

.....

11. Mit welcher Zeitkomplexität arbeitet die append-Methode?

.....

12. Mit welcher Speicherplatzkomplexität arbeitet die append Methode?

.....

13. Mit welcher Speicherplatzkomplexität arbeitet die statische pair Methode aus Value?

.....

14. Mit welcher Zeitkomplexität arbeitet die isEqual-Methode?

.....