Informatik 2

Prüfung im Sommersemester 2004 - Musterlösung

■ Aufgaben sind in Times- und Arial-, *Lösungen in Arial-Kursiv-Schrift gehalten.*

Hochschule Reutlingen - Reutlingen University

Fachbereich:	Informatik
Bachelor-Studiengang/Semester:	Medien- und Kommunikationsinformatik 2
Prüfer:	Prof. Dr. Karlheinz Hug
Prüfungstermin (Datum, Uhrzeit) und Ort:	Mi 7. 7. 2004, 10^{30}-12^{30} Uhr, Aula
Prüfungsdauer:	120 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel:	Alle (Vorlesungsmitschrift, Literatur,...)
Anzahl der Aufgabenseiten:	11

Aufgabe	**Punkte**		**Aufgabe**	**Punkte**	
	möglich	**erreicht**		**möglich**	**erreicht**
1	10		6	8	
2	20		7	18	
3	33		8	12	
4	19		9	16	
5	16				
Summe möglich:		**152**	**Summe erreicht:**		

■ Zum Bestehen der Prüfung sind 60, für die Note „Eins“ 120 Punkte erforderlich.

■ Bearbeiten Sie die Aufgaben möglichst auf dazu freigelassenen Stellen im Text, falls nichts Anderes empfohlen ist!

■ Teilaufgaben sind meist unabhängig voneinander lösbar.

■ Geben Sie alle Aufgaben- und Lösungsblätter ab!

✌ **Viel Erfolg!**

Aufgabe 1: Programmablaufverfolgung bei Rekursion (Punkte: 10 |.....)

Verfolgen Sie die Ausführung der folgenden rekursiven Funktion bei den unten gegebenen Werten von row; tragen Sie die Werte der aktuellen Parameter, der lokalen Variablen und die von den Funktionsaufrufen gelieferten Ergebniswerte in die Tabelle ein!

```
VAR row : ARRAY 16 OF INTEGER;

PROCEDURE HasInRange (x, le, ri : INTEGER) : BOOLEAN;

   VAR m : INTEGER;

BEGIN
   ASSERT ((0 <= le) & (ri < LEN (row)), BEC.precondition);
   IF le > ri THEN
      RETURN FALSE
   ELSE
      m := (le + ri) DIV 2;
      IF x < row [m] THEN
         RETURN HasInRange (x, le, m - 1)
      ELSIF x > row [m] THEN
         RETURN HasInRange (x, m + 1, ri)
      ELSE
         RETURN TRUE
      END
   END
END HasInRange;
```

row															
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
2	5	11	14	23	36	47	49	50	51	55	61	67	73	89	99

Aufruffolge	**Werte der aktuellen Parameter**			**Wert von**	**Ergebniswert**
HasInRange	x	le	ri	m	result
1. Aufruf	23	0	15	*7*	*TRUE*
2. Aufruf	*23*	*0*	*6*	*3*	*TRUE*
3. Aufruf	*23*	*4*	*6*	*5*	*TRUE*
4. Aufruf	*23*	*4*	*4*	*4*	*TRUE*

Beschreiben Sie kurz, was die Funktion liefert!

Enthält die Reihung row das Element x im Indexbereich [le..ri]?

Algorithmus: Binäres Suchen.

Vorbedingung: Reihung ist sortiert.

Aufgabe 2: Mit Keller oder mit Rekursion (Punkte: 20 |.....)

Implementieren Sie die Prozedur

```
PROCEDURE Reverse (VAR str : ARRAY OF CHAR);
```

die die eingegebene Zeichenkette str umkehrt, z.B. 'Reverse' in 'esreveR' wandelt, mit

(1) einem lokalen Objekt der bekannten **Kellerklasse** mit der Schnittstelle:

```
StackDesc = RECORD
   (VAR s : StackDesc) Init, NEW;
   (IN s : StackDesc) IsEmpty () : BOOLEAN, NEW;
   (IN s : StackDesc) Item () : CHAR, NEW;
   (VAR s : StackDesc) Put (x : CHAR), NEW;
   (VAR s : StackDesc) Remove, NEW;
END;
```

```
PROCEDURE Reverse (VAR str : ARRAY OF CHAR);
  VAR
    stack : StackDesc;
    i : INTEGER;
BEGIN
  stack.Init;
  FOR i := 0 TO LEN (str$) - 1 DO
    stack.Put (str [i])
  END;
  FOR i := 0 TO LEN (str$) - 1 DO
    str [i] := stack.Item ();
    stack.Remove
  END
END Reverse;
```

(2) einer **rekursiven Prozedur**:

```
PROCEDURE Rec (VAR str : ARRAY OF CHAR; le, ri : INTEGER);

   VAR c : CHAR;
BEGIN
   ASSERT ((0 <= le) & (ri < LEN (str$)), BEC.precondition);
   IF le < ri THEN
      c := str [le];
      str [le] := str [ri];
      str [ri] := c;
      Rec (str, le + 1, ri - 1)
   END
END Rec;
```

```
PROCEDURE Reverse (VAR str : ARRAY OF CHAR);
BEGIN
  Rec (str, 0, LEN (str$) - 1)
END Reverse;
```

Aufgabe 3: Parser mit rekursivem Abstieg (Punkte: 33 |.....)

Zur Sprache, deren Syntax durch die EBNF-Regeln

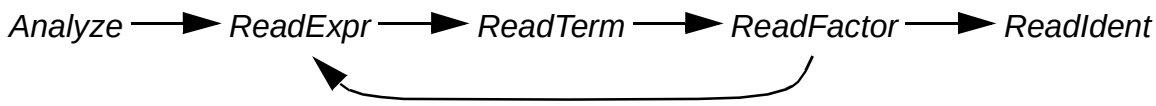
```
Expr    = [ "+" | "-" ] Term { ( "+" | "-" ) Term }.
Term    = Factor { ( " * " | "/" ) Factor }.
Factor  = Ident | "(" Expr ")".
Ident   = letter { letter | digit }.
```

gegeben ist, ist ein Parser mit rekursivem Abstieg zu entwerfen. Benennen Sie die benötigten **Prozeduren**, stellen Sie ihre **Aufrufbeziehungen** in einem Diagramm dar und skizzieren Sie die **Algorithmen** der Prozeduren (bitte auf Extrablatt)!

***Entwurfsregeln**: Siehe Hug: Module, Klassen, Verträge, S. 270f.*

***Prozeduren**: Eine Startprozedur Analyze und zu jeder EBNF-Regel X eine Prozedur namens ReadX.*

***Aufrufbeziehungen**:*



***Algorithmen**:*

char	*zuletzt gelesenes Zeichen*
next	*Prozedur, liest nächstes Zeichen, weist es char zu*
first(E)	*Menge der Startsymbole von E*
error	*Prozedur, meldet Syntaxfehler*

***Analyze**:*

next;
IF char IN first(Expr) THEN ReadExpr ELSE error END

***ReadExpr**:*

IF char IN {„+“, „-“} THEN next END;
ReadTerm;
WHILE char IN {„+“, „-“} DO next; ReadTerm END

***ReadTerm**:*

ReadFactor;
WHILE char IN {„“, „/“} DO next; ReadFactor END*

***ReadFactor**:*

IF char IN first(Ident) THEN ReadIdent
ELSIF char = „(“ THEN
    next;
    ReadExpr;
    IF char = „)“ THEN next ELSE error END
ELSE error END

***ReadIdent**:*

IF char IN letter THEN next ELSE error END;
WHILE char IN letter ∪ digit DO next END

Aufgabe 4: Zeiger

(Punkte: 19 |.....)

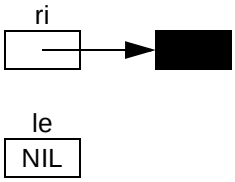
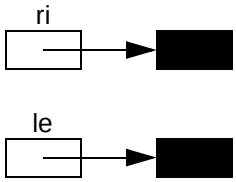
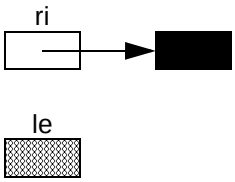
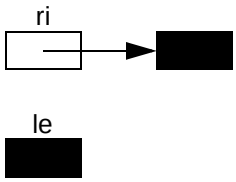
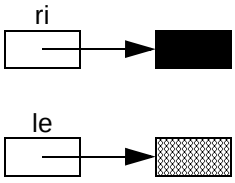
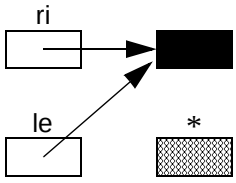
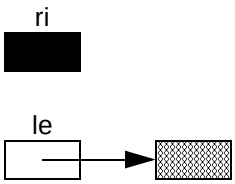
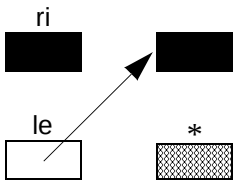
Geben Sie unter der Voraussetzung der Vereinbarungen

```
TYPE  A     = POINTER TO ADesc;
      ADesc = RECORD i : INTEGER; END;

VAR   sD, tD : ADesc;   s, t : A;
```

zu jeder der folgenden Zuweisungen an, unter welcher Bedingung sie korrekt oder warum sie falsch ist!

Zuweisung	**korrekt, falls...**	**falsch, weil...**
sD^ := tD		*sD als Verbund nicht dereferenzierbar ist*
s := tD		*tD als Verbund nicht zuweisungskompatibel mit dem Zeiger s ist*
s := t^		*t^ als Verbund (dereferenzierter Zeiger) nicht zuweisungskompatibel mit dem Zeiger s ist*
s^ := tD	*s # NIL*	
sD.i := tD		*tD als Verbund nicht zuweisungskompatibel mit der Ganzzahl sD.i ist*
sD.i := t		*t als Zeiger nicht zuweisungskompatibel mit der Ganzzahl sD.i ist*
sD.i := tD.i	*immer*	
sD.i := t.i	*t # NIL*	*Bemerkung: Der Zeiger t wird implizit dereferenziert*

Geben Sie zu jedem der folgenden Diagramme den Typ der Variablen le, ri (ADesc oder A) an und Anweisungen, die den Vorzustand in den Nachzustand überführen!

Typ von		**Vorzustand**	**Anweisungen**	**Nachzustand**
le	ri			
A	*A*		*NEW (le);* *le^ := ri^*	
A *Desc*	*A*		*le := ri^*	
A	*A*		*le := ri*	
A	*A* *Desc*		*NEW (le);* *le^ := ri*	

Was passiert mit den mit * markierten Objekten?

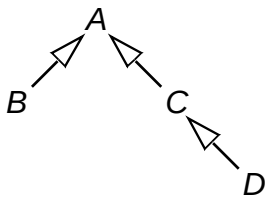
*Die mit * markierten Objekte sind nicht mehr erreichbar, also Müll. Sie werden von der automatischen Speicherplatzbereinigung (garbage collection) beseitigt, d.h. ihr Speicherplatz wird zur weiteren Verwendung freigegeben.*

(In Sprachen ohne automatische Speicherplatzbereinigung belegen sie weiter Speicherplatz. Um dies zu vermeiden, muss der Programmierer den Speicherplatz eines Objekts explizit freigeben, bevor er den letzten Bezug auf das Objekt löscht.)

Aufgabe 5: Vererbung, Polymorphie (Punkte: 16 |.....)

```
TYPE  A = POINTER TO ABSTRACT RECORD END;
      B = POINTER TO RECORD (A) END;
      C = POINTER TO ABSTRACT RECORD (A) END;
      D = POINTER TO RECORD (C) END;

PROCEDURE (a : A) DoA, NEW, ABSTRACT;

PROCEDURE (b : B) DoA; BEGIN Out.String ('DoA of B') END DoA;

PROCEDURE (b : B) DoB; BEGIN Out.String ('DoB of B') END DoB;

PROCEDURE (c : C) DoA, EXTENSIBLE; BEGIN Out.String ('DoA of C') END DoA;

PROCEDURE (c : C) DoC, NEW, ABSTRACT;

PROCEDURE (d : D) DoA; BEGIN Out.String ('DoA of D') END DoA;

PROCEDURE (d : D) DoC; BEGIN Out.String ('DoC of D') END DoC;
```

Zeichnen Sie zu den Vereinbarungen ein **Klassendiagramm** und geben Sie an, welche Klassen die **Rollen** *Konzept-*, *Schnittstellen-* und *Implementationsklasse* spielen!



A Konzeptklasse

C Schnittstellenklasse

D Implementationsklasse

Die Vereinbarungen a : A; b : B; c : C; d : D vorausgesetzt, geben Sie zu jeder der folgenden Anweisungsfolgen an: Solange die Anweisungen korrekt sind, ihren Effekt (erzeugte Objekte, Ausgabetext); bei fehlerhaften Anweisungen den Grund des Fehlers.

Anweisungsfolge	**Effekt im Speicher, Ausgabe im Log, Fehlerursache**
NEW (a); ☒ a.DoA	a ☐ *Fehler zur Übersetzungszeit:* *NEW (a) verboten, weil A abstrakt*
NEW (b); a := b; a.DoA	b → ☐ B^ a → ☐ B^ *„DoA of B“*
NEW (b); a := b; a.DoB ☒	b → ☐ B^ a → ☐ B^ *Typfehler zur Übersetzungszeit:* *DoB in A unbekannt*
NEW (d); d.DoA; d.DoC	d → ☐ D^ *„DoA of D“* *„DoC of D“*
NEW (d); c := d; c.DoA; c.DoC	d → ☐ D^ c → ☐ D^ *„DoA of D“* *„DoC of D“*

Aufgabe 6: Dynamische Objektstruktur lineare Liste (Punkte: 8 |.....)

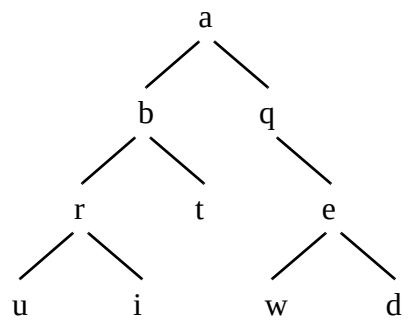
Die Behälterklasse List ist als **einfach verkettete Liste** implementiert mit den Vereinbarungen:

```
TYPE  Element* =  INTEGER;
      List*    =  POINTER TO RECORD first : Node END;

      Node     =  POINTER TO RECORD
                     item : Element;
                     next : Node;
                  END;
```

Implementieren Sie die Abfrage, ob eine Liste ein gegebenes Element enthält!

```
PROCEDURE (list : List) Has* (x : Element) : BOOLEAN, NEW;
  VAR
    node : Node;
BEGIN
  node := list.first;
  WHILE (node # NIL) & (node.item # x) DO
    node := node.next
  END;
  ASSERT ((node = NIL) OR (node.item = x));
  RETURN node # NIL
END Has;
```

Aufgabe 7: Dynamische Datenstruktur Binärbaum (Punkte: 18 |.....)



Geben Sie zu dem **Binärbaum** die Reihenfolgen an, in der die Traversierungen die Elemente besuchen!

Preorder:... *a b r u i t q e w d* .....

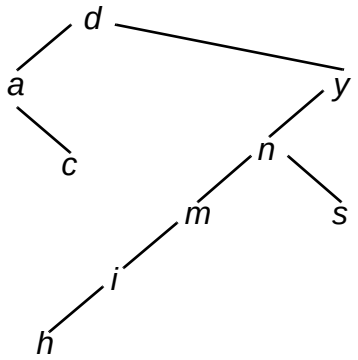
Inorder:... *u r i b t a q w e d* .....

Postorder:... *u i r t b w d e q a* .....

Aus einem leeren Baum entsteht durch Einfügen der Elemente

d y n a m i s c h

dieser **geordnete Binärbaum**:



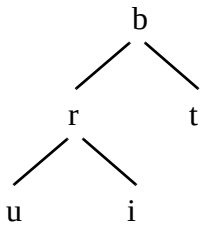
Im Folgenden gelten die Vereinbarungen:

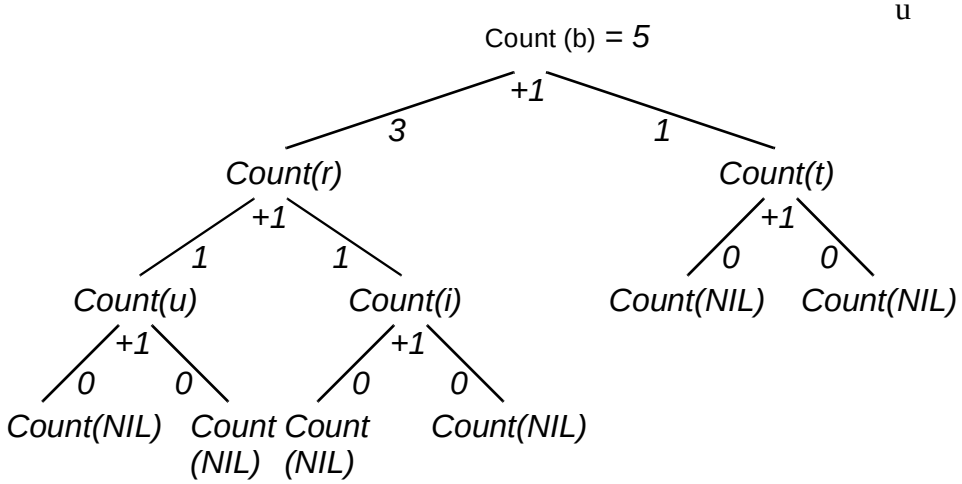
```
TYPE  Element  =  CHAR;

      Node     =  POINTER TO RECORD
                    item        : Element;
                    left, right : Node;
                  END;
```

Die Prozedur

```
PROCEDURE Count (tree : Node) : INTEGER;
BEGIN
  IF tree = NIL THEN
    RETURN 0
  ELSE
    RETURN Count (tree.left) + 1 + Count (tree.right)
  END
END Count;
```

wird mit dem Baum rechts als aktuellem Parameter aufgerufen. Geben Sie den **Aufrufbaum** an, wobei Sie als Parameter tree.item statt tree hinschreiben, falls tree # NIL ist.





Die **Höhe** eines Baums ist die größte Anzahl von Knoten der Wege von der Wurzel zu den Blättern; der leere Baum hat die Höhe 0. Implementieren Sie die Höhenfunktion!

```
PROCEDURE Height (tree : Node) : INTEGER;
BEGIN
  IF tree = NIL THEN
    RETURN 0
  ELSE
    RETURN 1 + MAX (Height (tree.left), Height (tree.right))
  END
END Height;
```

Aufgabe 8: Entwurfsmuster Schablonenmethode (Punkte: 12 |.....)

Die bekannte Mengenklasse ContainersSetsOfString.SetDesc ist um einen **All**- und einen **Existenzquantor** zu erweitern. Der Individuenbereich ist die Menge. Das Prädikat bestimmt der Kunde mit der Implementation der bekannten Schablonenmethode:

```
TYPE ActionDesc* = ABSTRACT RECORD END;

PROCEDURE (IN a : ActionDesc) Valid* (item : Element) : BOOLEAN, NEW, ABSTRACT;
```

Vorausgesetzt sind die bekannten Vereinbarungen:

```
TYPE  Node      =  POINTER TO RECORD
                      item       : Element;
                      left, right  : Node;
                   END;

      SetDesc*  =  EXTENSIBLE RECORD root : Node; END;
```

Implementieren Sie die **Baumfunktionen**!

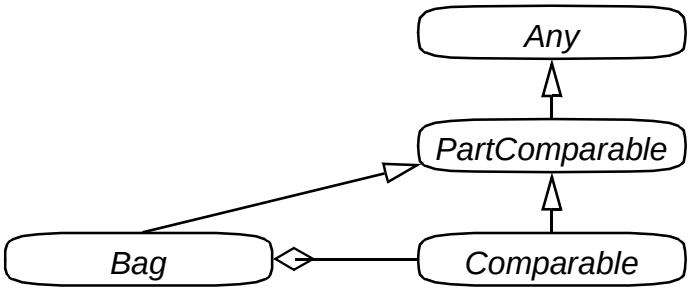
```
PROCEDURE AreAllValid (tree : Node; VAR action : ActionDesc) : BOOLEAN;
BEGIN
   RETURN (tree = NIL) OR (action.Valid (tree.item) &
                           AreAllValid (tree.left, action) &
                           AreAllValid (tree.right, action))
END AreAllValid;

PROCEDURE (IN set : SetDesc) AreAllValid* (VAR action : ActionDesc) : BOOLEAN, NEW;
   (*! Does action.Valid (item) hold for each element item of set? !*)
BEGIN
   RETURN AreAllValid (set.root, action);
END AreAllValid;


PROCEDURE ExistsSomeValid (tree : Node; VAR action : ActionDesc) : BOOLEAN;
BEGIN
   RETURN (tree # NIL) & (action.Valid (tree.item) OR
                          ExistsSomeValid (tree.left, action) OR
                          ExistsSomeValid (tree.right, action))
END ExistsSomeValid;

PROCEDURE (IN set : SetDesc)
   ExistsSomeValid* (VAR action : ActionDesc) : BOOLEAN, NEW;
   (*! Does action.Valid (item) hold for at least one element item of set? !*)
BEGIN
   RETURN ExistsSomeValid (set.root, action);
END ExistsSomeValid;
```

Aufgabe 9: Multimengen und Wörter zählen (Punkte: 16 |.....)

Eine **Multimenge** (*bag*) unterscheidet sich von einer Menge dadurch, dass jedes Element mehrfach vorkommen kann (in einer Menge höchstens einmal). Es ist nicht nur abfragbar, ob eine Multimenge ein Element enthält, sondern auch wie oft.

Entwerfen Sie ein Modul ContainersBagsOfComparable, das eine Klasse Bag für Multimengen bereitstellt und möglichst viel Bekanntes wiederverwendet!

Zeichnen Sie ein **Klassendiagramm**, das Bag und seinen Elementtyp zu bekannten Klassen in Beziehung setzt!



Welche Ideen, Konzepte und Programmteile kann ContainersBagsOfComparable von ContainersSetsOfComparable **übernehmen**?

- *gesamte syntaktische Schnittstelle und zugrunde liegende Konzepte*
- *Implementation als geordneter Binärbaum*
- *fast alle Algorithmen*

Welche Teile von ContainersSetsOfComparable sind für ContainersBagsOfComparable **anzupassen**?

- *Zu jedem Element gibt es einen Zähler für die Häufigkeit des Vorkommens.*
- *Alle Operationen berücksichtigen diesen Zähler.*
- *Andere Semantik der Operationen, z.B.*
  - *mehrfaches Put (x) erhöht den Zähler von x,*
  - *mehrfaches Remove (x) erniedrigt den Zähler von x.*

Nachdem Sie die Probleme *Zeichen sammeln*, *Zeichen zählen*, *Wörter sammeln* gelöst haben, stellt sich das Problem ***Wörter zählen***. Entwerfen Sie ein Modul StudWordCounter, das Kommandos zum Lesen von Texten und Analysieren der Häufigkeiten von Wörtern bereitstellt und möglichst viel Bekanntes wiederverwendet!

- *Einlesen von Text und Parser wie bei WordChecker,*
- *aber Behälter Bag ersetzt Set.*
- *Bag.ForAllDo kann Elemente und ihre Häufigkeit bearbeiten.*