Prüfung

Informatik 2

Hochschule Reutlingen - Reutlingen University
Fakultät Informatik
Studiengang Medien- und Kommunikationsinformatik

mki-Bachelor 2
Sommersemester 2005

☞

Musterlösung

Aufgaben sind in Times-,	*Lösungen in blauer Monotype-Corsiva-Schrift gehalten (in der PDF-Variante in einer Ersatzschrift).*
Prüfer:	Prof. Dr. Karlheinz Hug
Prüfungstermin und Ort:	Mittwoch, 6. Juli 2005, 10^{30} bis 12^{30} Uhr, Aula
Prüfungsdauer:	120 Minuten
Zugelassene Hilfsmittel:	Alle (Skripten, Übungsmaterial, Literatur,...)
Anzahl der Aufgabenseiten:	10

Aufgabe	**Punkte**		**Aufgabe**	**Punkte**	
	möglich	**erreicht**		**möglich**	**erreicht**
1	18		5	20	
2	26		6	25	
3	44		7	15	
4	16				
Summe möglich:		**164**	**Summe erreicht:**		
			Note:		

- Zum Bestehen der Prüfung sind **60**, für die Note „Eins“ **120** Punkte erforderlich.
- Bearbeiten Sie die Aufgaben auf dazu freigelassenen Stellen! Tragen Sie in Tabellen und an punktierten Stellen ... im Text passende Angaben ein!
- Der Platz reicht normalerweise; vermeiden Sie Extrablätter!
- Teilaufgaben sind meist unabhängig voneinander lösbar.
- Geben Sie alle erhaltenen Blätter zusammengeheftet wieder ab!

✌ **Viel Erfolg!**

Aufgabe 1 Programmablaufverfolgung bei Rekursion

(Punkte: 18 |.....)

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 der Funktionsaufrufergebnisse in die Tabelle ein!

```
VAR row : ARRAY 17 OF INTEGER;

PROCEDURE IndexOf (x, le, ri : INTEGER) : INTEGER;

   VAR m : INTEGER;

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

row																
[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]
3	6	12	15	24	27	32	34	41	43	54	57	65	68	76	80	99

Aufruffolge	**Werte der aktuellen Parameter**			**Wert von**	**Ergebniswert**
IndexOf	x	le	ri	m	result
1. Aufruf	55	0	16	*8*	*-1*
2. Aufruf	*55*	*9*	*16*	*12*	*-1*
3. Aufruf	*55*	*9*	*11*	*10*	*-1*
4. Aufruf	*55*	*11*	*11*	*11*	*-1*
5. Aufruf	*55*	*11*	*10*		*-1*

Verbalisieren Sie, was die Funktion liefert!

Falls x in row [le .. ri] enthalten: ein Index i mit row [i] = x; sonst: -1.

Formalisieren Sie mit einer Nachbedingung, was die Funktion liefert!

(result = -1) OR ((le <= result) AND (result <= ri) AND (row [result] = x))

Aufgabe 2 Warteschlange mit zwei Kellern realisieren

(Punkte: 26 |.....)

Eine **Warteschlangenklasse** mit der bekannten Schnittstelle

```
QueueDesc = RECORD
   (VAR q : QueueDesc) Init, NEW;
   (IN q : QueueDesc) IsEmpty () : BOOLEAN, NEW;
   (IN q : QueueDesc) Item () : Element, NEW;
   (VAR q : QueueDesc) Put (x : Element), NEW;
   (VAR q : QueueDesc) Remove, NEW;
END;
```

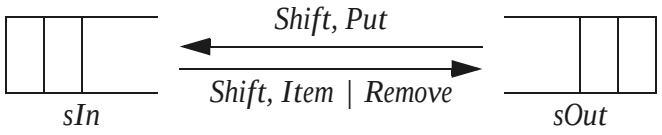
und **First-In-First-Out**-Semantik ist zu realisieren. Als Objektdaten sind nur zwei Objekte einer **Kellerklasse** mit der bekannten Schnittstelle

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

und **Last-In-First-Out**-Semantik zugelassen. Element ist ein beliebiger Elementtyp.

Visualisieren und verbalisieren Sie die **Idee** zur Implementation der Warteschlangenklasse und skizzieren Sie die **Algorithmen** ihrer Schnittstellenoperationen!

Idee



Für Put:
alle Elemente nach sIn, neues Element auf sIn legen.

Für Item, Remove:
alle Elemente nach sOut, oberstes Element von sOut abfragen bzw. löschen.

Algorithmen

VAR sIn, sOut : StackDesc

Init:
    sIn.Init
    sOut.Init

IsEmpty:
    RETURN sIn.IsEmpty AND sOut.IsEmpty

Item:
    Shift (sIn, sOut)
    RETURN sOut.Item

Put (x):
    Shift (sOut, sIn)
    sIn.Put (x)

Remove:
    Shift (sIn, sOut)
    sOut.Remove

Shift (INOUT from, to : StackDesc):
    WHILE NOT from.IsEmpty DO
        to.Put (from.Item)
        from.Remove
    END

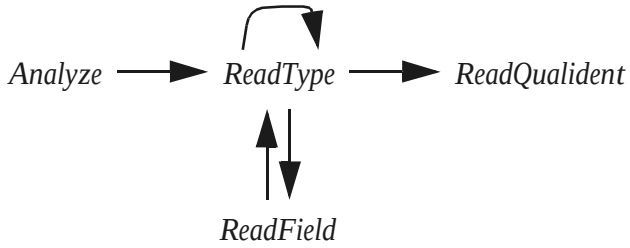
Aufgabe 3 Parser mit rekursivem Abstieg

(Punkte: 44 |.....) Zur Sprache, deren Syntax durch die EBNF-Regeln

```
Type       =  Qualident
              | RECORD [ "(" Qualident ")" ] Field { ";" Field } END
              | POINTER TO Type.
Field      =  [ ident ":" Type ].
Qualident  =  ident [ "." ident ].
```

gegeben ist, ist ein Parser mit rekursivem Abstieg zu entwerfen. Stellen Sie die **Aufrufbeziehungen** der benötigten Prozeduren in einem Diagramm dar und skizzieren Sie die **Algorithmen** der Prozeduren mit den unten angegebenen Vereinbarungen!

Aufrufbeziehungen



Algorithmen

symbol	zuletzt gelesenes Symbol mit möglichen Werten record, leftParenthesis, rightParenthesis, semicolon, end, pointerTo, ident, colon (:), period, illegal
next	Prozedur, die nächstes Symbol liest und symbol den passenden Wert zuweist
first (E)	Menge der Startsymbole des EBNF-Ausdrucks E
error	Prozedur, die Syntaxfehler meldet

```
Analyze:
    next
    IF symbol IN {ident, record, pointerTo} THEN ReadType ELSE error END

ReadType:
    IF symbol = ident THEN
        ReadQualident
    ELSIF symbol = record THEN
        next
        IF symbol = leftParenthesis THEN
            next
            ReadQualident
            IF symbol = rightParenthesis THEN next ELSE error END
        END
        ReadField
        WHILE symbol = semicolon DO
            next
            ReadField
        END
        IF symbol = end THEN next ELSE error END
    ELSIF symbol = pointerTo THEN
        next
        ReadType
    ELSE
        error
    END
```

```
ReadField:
    IF symbol = ident THEN
        next
        IF symbol = colon THEN next ELSE error END
        ReadType
    END

ReadQualident:
    IF symbol = ident THEN next ELSE error END
    IF symbol = period THEN
        next
        IF symbol = ident THEN next ELSE error END
    END
```

Aufgabe 4 Zeiger

(Punkte: 16 |.....)

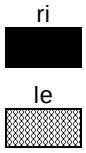
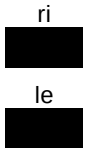
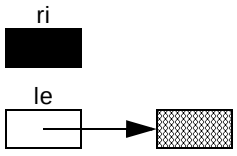
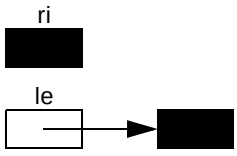
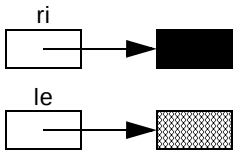
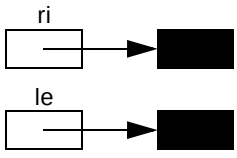
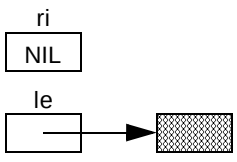
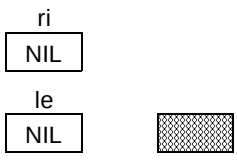
Geben Sie unter der Voraussetzung der Vereinbarungen

```
TYPE   A = POINTER TO ADesc;     ADesc = RECORD i : INTEGER END;
VAR    s, t : A;                 sD, tD : ADesc;
```

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

Zuweisung	korrekt, falls...	falsch, weil...
sD := t^	*t # NIL*	
sD^ := t		*sD als Verbund nicht dereferenzierbar ist*
s := 3		*die Ganzzahl 3 nicht mit dem Zeiger s zuweisungskompatibel ist*
s^ := t		*der Zeiger t nicht mit dem Verbund s^ zuweisungskompatibel ist*
sD.i := 5	*immer*	
sD^.i := tD		*sD als Verbund nicht dereferenzierbar ist*
s.i := t^		*der Verbund t^ nicht mit der Ganzzahlvariable s.i zuweisungskompatibel ist*
s^.i := t.i	*s # NIL & t # NIL*	

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			
ADesc	*ADesc*		*le := ri*	
A	*ADesc*		*le^ := ri*	
A	*A*		*le^ := ri^*	
A	*A*		*le := ri* *oder* *le := NIL*	

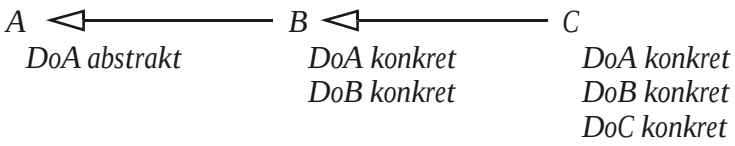
Aufgabe 5 Vererbung, Polymorphie

(Punkte: 20 |.....)

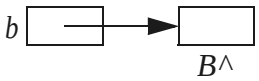
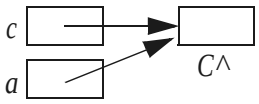
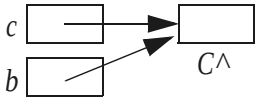
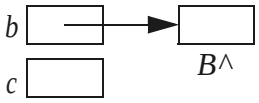
```
TYPE   A = POINTER TO ABSTRACT RECORD END;
       B = POINTER TO EXTENSIBLE RECORD (A) END;
       C = POINTER TO RECORD (B) END;

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

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

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

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

PROCEDURE (c : C) DoB; BEGIN Out.String ('DoB of C') END DoB;

PROCEDURE (c : C) DoC, NEW; BEGIN Out.String ('DoC of C') END DoC;
```

Stellen Sie die Information dieser Vereinbarungen in einem **Klassendiagramm** dar, wobei Sie bei jeder Klasse die daran gebundenen Prozeduren, und ob die Prozeduren abstrakt oder konkret sind, angeben!

Klassendiagramm

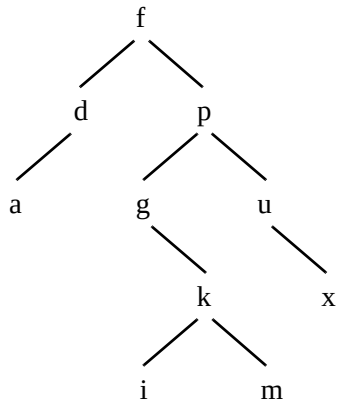


Die Variablenvereinbarungen a : A; b : B; c : C; vorausgesetzt, geben Sie zu jeder der folgenden Anweisungsfolgen an: Solange die Anweisungen korrekt sind, ihren **Effekt** (Diagramm erzeugter Objekte, Ausgabetext); bei fehlerhaften Anweisungen die Stelle und den Grund des Fehlers.

Anweisungsfolge	Objekte im Speicher	Ausgabe im Log	Fehlerursache
NEW (b); b.DoA; b.DoB		*DoA of B* *DoB of B*	
NEW (c); a := c; a.DoA; a.DoB; ☒ a.DoC ☒		*DoA of C*	*Typfehler zur Übersetzungszeit:* *DoB in A unbekannt* *DoC in A unbekannt*
NEW (c); b := c; b.DoA; b.DoB		*DoA of C* *DoB of C*	
NEW (b); c := b; ☒ c.DoC			*Typfehler zur Übersetzungszeit:* *Da B nicht von C erbt, ist b nicht mit c zuweisungskompatibel*

Aufgabe 6 Dynamische Datenstruktur Binärbaum

(Punkte: 25 |.....)



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

Preorder:...*f d a p g k i m u x*.....

Inorder:...*a d f g i k m p u x*.....

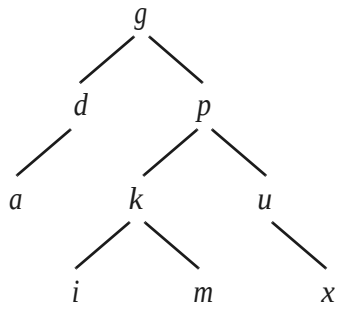
Postorder:...*a d i m k g x u p f*.....

Aus dem geordneten Binärbaum links wird das Element f **entfernt** mit diesem Algorithmus:

```
Falls der Baum nicht leer ist:
    falls item kleiner als das Element der Wurzel ist
        entferne item aus dem linken Teilbaum,
    sonst falls item größer als das Element der Wurzel ist
        entferne item aus dem rechten Teilbaum,
    sonst ist item an der Wurzel, also falls der linke Teilbaum leer ist
        ersetze die Wurzel durch den rechten Teilbaum,
    sonst falls der rechte Teilbaum leer ist
        ersetze die Wurzel durch den linken Teilbaum,
    sonst sind beide Teilbäume nicht leer, also
        lasse den linken Teilbaum an seiner Stelle,
        entferne das kleinste Element aus dem rechten Teilbaum und
        setze es an die Stelle des zu entfernenden item an der Wurzel.
```

Geben Sie den daraus entstehenden Baum an!

Reduzierter Baum

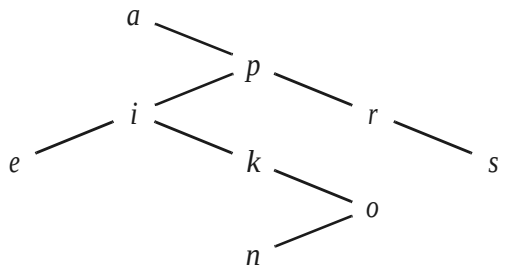


Aus einem leeren Baum entsteht durch **Einfügen** der Elemente

a p r i k o s e n

dieser **geordnete Binärbaum**:

Neuer Baum



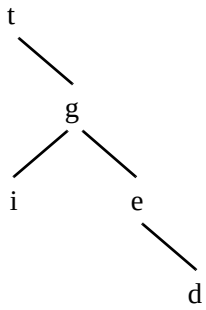
HeightIm Folgenden gelten die Vereinbarungen:

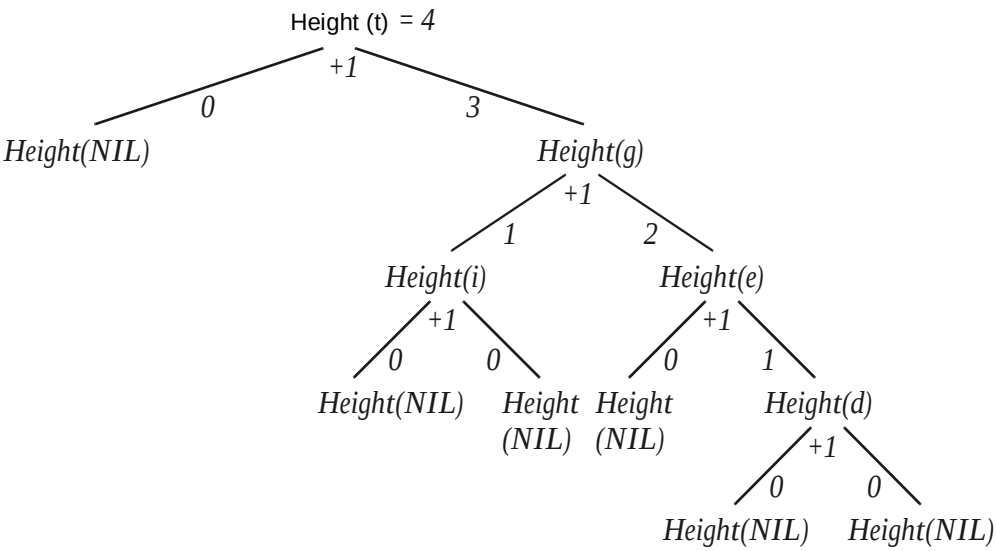
```
TYPE   Element   =  CHAR;

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

Die Funktion

```
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;
```

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.





Implementieren Sie die folgende Funktion, die die Anzahl der Blätter (d.h. kinderlosen Knoten) des übergebenen Baums angibt, mit einem rekursiven Algorithmus!

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

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

Aufgabe 7 Dynamische Objektstruktur lineare Liste

(Punkte: 15 |.....)

Die Mengenklasse ContainersSetsOfAny.SetDesc, die mit den Vereinbarungen

```
TYPE   Element* = BG.Any;

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

       SetDesc* = RECORD
                     first : Node
                  END;
```

als **einfach verkettete Liste** implementiert ist, ist um **bedingte Iteratoren** zu erweitern. Die Bedingung und die Aktion bestimmt der Kunde, indem er bekannte Schablonenmethoden implementiert:

```
TYPE ActionDesc* = ABSTRACT RECORD END;

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

Implementieren Sie folgende **Iteratorprozeduren** mit iterativen Algorithmen!

```
PROCEDURE (IN set : SetDesc) WhileValidDo* (VAR action : ActionDesc), NEW;
   (*!
      Iterate through the items in set applying action.Do (item) while action.Valid (item) holds.
   !*)
   VAR node : Node;
BEGIN
   node := set.first;
   WHILE (node # NIL) & action.Valid (node.item) DO
      action.Do (node.item);
      node := node.next
   END
END WhileValidDo;

PROCEDURE (IN set : SetDesc) IfValidDo* (VAR action : ActionDesc), NEW;
   (*!
      Iterate through the items in set applying action.Do (item) if action.Valid (item) holds.
   !*)
   VAR node : Node;
BEGIN
   node := set.first;
   WHILE node # NIL DO
      IF action.Valid (node.item) THEN
         action.Do (node.item)
      END;
      node := node.next
   END
END IfValidDo;
```