PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG
Fachbereich Mathematik und Informatik
Prof. Dr. R. Loogen, J. Berthold

D-35032 Marburg
Hans-Meerwein-Straße
Lahnberge

Klausur zu „Grundlagen des Compilerbaus“, WS 2003/04

19. Februar 2004

Hinweise:

- **Bearbeitungszeit:** 2 Stunden
  Gesamtpunktzahl: 90 Punkte
  Zum Bestehen der Klausur sind **36 Punkte** erfor
- Hilfsmittel sind nicht erlaubt.
- Jede Aufgabe ist auf einem eigene
- Bis auf das Konzeptpapier lätter zurückzugeben.

Viel Erfolg!

Wiederholungsblatt mit mündlichen Aufgaben

.....

Mat.-Nr.: ..... Studienfach: .....

Aufgabe	max. Punktzahl	erreichte Punktzahl
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	12	
7	11	
8	8	
9	9	
Summe	90	

Note:

Aufgaben

Aufgabe 1: T-Diagramme

10 Punkte

Die Sprache C_p sei eine Erweiterung von C um Packages (Modulgruppen mit privaten und öffentlichen Methoden). Zur Implementierung steht Ihnen ein C-Compiler der Gnu-Compilersuite (zweistufig mit Zwischensprache RTL) in ausführbarer Form und als C-Programm zur Verfügung.

Beschreiben Sie mit Hilfe von T-Diagrammen *zwei verschiedene* Vorgehensweisen zur Erstellung eines ausführbaren Compilers, der C_p-Programme in Maschinencode M übersetzt. Nennen Sie jeweils Vor- und Nachteile jeder Vorgehensweise.

Aufgabe 2: DFAs und reguläre Ausdrücke

10 Punkte

Eine Gleitpunktkonstante bestehe aus einem nicht-leeren ganzzahligen Teil, einem Dezimalpunkt, einem Dezimalbruch, dem Zeichen `e` oder `E`, einem ganzzahligen Exponenten mit optionalem Vorzeichen und einem optionalen Typ-Suffix, nämlich `f,F,l` oder `L`. Ganzzahliger Teil und Dezimalbruch seien Ziffernfolgen. Entweder der Dezimalbruch oder der Exponent beginnend mit `e/E` kann fehlen (aber nicht beide).

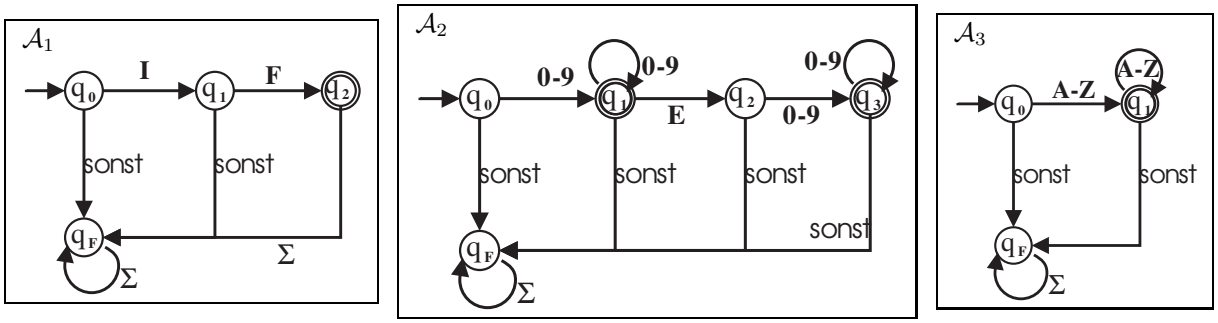
a) Erstellen Sie (mit beliebiger Methode) einen DFA, der die beschriebenen Gleitpunktkonstanten erkennt. / 4

b) Beschreiben Sie Gleitpunktkonstanten mit Hilfe von regulären Ausdrücken. Benutzen Sie dazu bei Bedarf übliche Abkürzungen für reguläre Ausdrücke und geben Sie Definitionen für diese an. / 6

Aufgabe 3: Produktautomat und lexikalische Analyse

10 Punkte

Gegeben seien die Automaten $\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2, \mathcal{A}_3$ zur Erkennung des Schlüsselworts `IF`, eines Zahlworts und eines Bezeichners. Die Automaten seien wie folgt bezeichnet: $\mathcal{A}_i = (Q^i, \Sigma, \delta^i, q_0^i, F^i)$ mit $\Sigma = \{A, \ldots, Z, 0, \ldots, 9\}$ und ihre Zustände gemäß der grafischen Darstellung nummeriert.



a) Definieren Sie einen Produkt-DFA $\mathcal{A}$ mit $L(\mathcal{A}) = L(\mathcal{A}_1) \cup L(\mathcal{A}_2) \cup L(\mathcal{A}_3)$. / 2

b) Geben Sie eine sinnvolle "first-Match"-Zerlegung der Endzustände von $\mathcal{A}$ an. / 3

c) Charakterisieren Sie die produktiven Zustände von $\mathcal{A}$. / 2

d) Welche Symbole werden bei Eingabe von `IFF1EIF` erkannt? / 3

Aufgabe 4: Grammatik für Zuweisungen

10 Punkte

Gegeben sei die folgende Grammatik $G = (\{L, S, D, E\}, \{$ `id`, `num`, `:=`, `;` $\}, L, P)$ mit den Produktionen:

$$\begin{aligned} P: L &\rightarrow S \\ L &\rightarrow S; L \\ S &\rightarrow D\texttt{:=}E \\ D &\rightarrow \texttt{id} \\ E &\rightarrow \texttt{id} \\ E &\rightarrow \texttt{num} \end{aligned}$$

Die Grammatik beschreibt eine durch Semikolon getrennte Liste von Zuweisungen an Bezeichner (`id`).

a) Ist $G \in LL(1)$? Begründen Sie Ihre Antwort. / 5
Falls nein, ändern Sie G zu einer äquivalenten LL(1)-Grammatik ab.

b) Bestimmen Sie die LL(1)-Analysetabelle zu G. / 5

Aufgabe 5: Parserkombinatoren

10 Punkte

a) Definieren Sie einen Parser-Kombinator / 4

```
repUntil :: Parser a c -> Parser a b -> Parser a ([b],c),
```

welcher so lange den zweiten Parser (Elemente vom Typ `b`) anwendet, bis mit dem ersten Parser ein Element vom Typ `c` erkannt wird. Die Parameter sind also ein Parser für das abschließende Element und ein zweiter für die wiederholten Elemente. Der Parser soll eine Liste erkannter `b`-Elemente und das abschließende `c`-Element als Paar zurückliefern.

b) Definieren Sie unter Verwendung der Kombinatoren `letter, word` und `tok` aus der Vorlesung einen Parser, welcher eine Deklaration der Form / 4

```
<durch Komma getrennte Bezeichnerliste> , <Typname>
```

erkennt. Dabei seien Bezeichner nicht-leere Folgen von Buchstaben, gültige Typnamen seien `int, float, bool`.

c) Welche Ausgabe hat Ihr Parser aus Teil b) bei Eingabe von "`an,int,is,not,a,bool`" ? / 2

Aufgabe 6: Java-Namensgrammatik

12 Punkte

In der Sprachdefinition von Java wird eine Grammatik mit den nebenstehenden Produktionen verwendet (die Nonterminale sind dabei `M: Method Name, P:Package Name, A: Ambiguous Name`). `id` steht für ein Terminal (Identifier), der Punkt ist ebenfalls Terminal. Als Startsymbol wurde für diese Aufgabe `S` hinzugefügt. Wie auch in der Beschreibung von Java betont wird, eignet sich diese Grammatik nicht zur Implementierung.

```
S  →  M
   |  P . id
P  →  id
   |  P . id
M  →  id
   |  A . id
A  →  id
   |  A . id
```

a) Begründen Sie, dass es sich hierbei nicht um eine LALR(1)-Grammatik handeln kann. / 2

b) Bestimmen Sie eine LR(1)-Menge, welche einen Konflikt aufweist. Um welche Art Konflikt handelt es sich? / 3

c) Geben Sie eine SLR(1)-Grammatik an, welche die gleiche Sprache erzeugt und erstellen Sie die zugehörige Analysetabelle. / 7

Aufgabe 7: Attributgrammatiken

11 Punkte

a) Gegeben sei die Grammatik / 3

$$G = (\{S, B\}, \texttt{num}, B, \{S \to B,\ B \to BB,\ B \to \texttt{num}\})$$

Das Terminal `num` stehe für eine Ziffernfolge und besitze ein synthetisches Attribut $n \in \mathbb{N}$, welches den dargestellten Zahlwert angibt.
Erweitern Sie die Grammatik um Attribute, so dass *jedes* Terminal ein Attribut m mit dem Maximum der Zahlwerte n *aller* benutzten Terminale besitzt.

b) Betrachten Sie erneut die Grammatik G aus Aufgabe 4 mit einer zusätzlichen Startregel $S' \to L$. / 8
Das Terminalsymbol `num` (Zahl) besitze ein Attribut *val* mit seinem Zahlwert aus $\mathbb{Z}$, `id` (Bezeichner) ein Attribut *name* mit dem Bezeichnernamen aus einer Menge NAMES. Beide Attribute werden von der lexikalischen Analyse geliefert.

Erweitern Sie G zu einer *L-Attributgrammatik*, welche die Speicherbelegung vor und nach jeder Zuweisung angibt. Der Speicher sei dabei durch eine Menge von Paaren $(name, val) \in \text{NAMES} \times \mathbb{Z}$ dargestellt, die zu Anfang leer ist und jeden Bezeichner nur einmal aufführt. Geben Sie auch die Wertebereiche aller verwendeten Attribute an.

Aufgabe 8: Codegenerierung für PSA

8 Punkte

Gegeben sei das folgende PSA-Programm:

```
const X=3;
var Y,Z;
Y := 100;
Z := X;
while Z < Y do
     Y = (Y*X)/Z;
     Z = Z+1
```

Übersetzen Sie das Programm in Maschinencode für die abstrakte PSA-Maschine der Vorlesung.

Aufgabe 9: Maschinenzustände PSP

9 Punkte

a) Gegeben sei der folgende Maschinenzustand der abstrakten MP-Maschine aus der Vorlesung. / 3

$$(35, 4:3:2, 8:3:10:7:4:3:27:9:4:3:54:1:5:4:28:13:19:14...)$$

Geben Sie den Folgezustand nach Bearbeitung des Befehls `35: LOAD(2,2)` an.

b) Könnten die folgenden Keller-Inhalte bei der Ausführung eines übersetzten PSP-Programms als Prozedurkeller der MP-Maschine entstehen? Begründen Sie Ihre Antworten. / 6

(a) `15:4:9:-3:5:5:6:3:2:1:5:4:12:3:4:4:3:25:0:0:0:0:12`

(b) `15:4:9:-3:5:10:4:3:2:1:5:4:12:3:4:4:3:25:0:0:0:0:12`

(c) `15:4:9:-3:5:14:3:2:1:5:4:12:3:4:4:3:25:0:0:0:0:12`

Viel Erfolg!