

- ☐ Gr. 1, Dr. H. Dobler  
☒ Gr. 2, Dr. G. Kronberger

Name Stefan WeißensteinerAufwand in h 6

Punkte \_\_\_\_\_

Übungsleiter \_\_\_\_\_

**1. Grammatiken – Grundbegriffe****(8 Punkte)**

Die folgende Grammatik  $G(DataStat)$  beschreibt in vereinfachter Form den Aufbau der  $DATA^1$  Anweisung der Programmiersprache Fortran 77:

```

DataStat      = "DATA" DataDecl DataDeclRest.
DataDeclRest  = ε | DataDeclRest [", " ] DataDecl.
DataDecl      = DataNameList "/" DataValueList "/".
DataNameList  = DataName | DataName ", " DataNameList.
DataName      = id | DataDoList.
DataValueList = DataValue | DataValueList ", " DataValue.
DataValue     = ( (num | id) ["*" (id | ("+"|"-"|ε) num | str)] ) |
                ( ["+"|"-" ] num | str ).
DataDoList    = "(" ( id "(" id {", " id} ")" | DataDoList )
                DataDoListRest ")".
DataDoListRest = ε |
                DataDoListRest ", " (id ( "(" expr { ", " expr } ")"
                                     | "=" expr ", " expr (ε | expr)
                                     )
                                     | DataDoList
                                     ).

```

- Bestimmen Sie die Mengen  $V_T$  und  $V_N$ .
- Geben Sie den/die kürzesten Satz/Sätze an, den/die man mit dieser Grammatik bilden kann.
- Ermitteln Sie alle rekursiven Nonterminalsymbole. Geben Sie für jedes dieser Nonterminalsymbole an, ob es direkt- oder indirekt- und links-, zentral- oder rechtsrekursiv ist.
- Transformieren Sie die gegebene Grammatik in das Regelsystem der formalen Sprachen. Welche Grammatikschreibweise halten Sie für lesbarer? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Zeichnen Sie den Syntaxbaum für folgenden Satz, verwenden Sie dazu die gegebene Grammatik  $G(DataStat)$  von oben:

DATA id, id / num \* str /, ( id(id), id = expr, expr ) / num \* num /

Gibt es mehrere Syntaxbäume für diesen Satz? (Mit Begründung!)

**2. Konstruktion einer Grammatik****(4 Punkte)**

Konstruieren Sie eine Grammatik (in der Schreibweise des Regelsystems der formalen Sprachen) für die Menge aller ungeraden ganzen Dezimalzahlen mit optionalem Vorzeichen. Die Zahlen dürfen keine führenden Nullen enthalten. Geben Sie Ihre Grammatik nun auch in Wirth'scher EBNF mit möglichst wenig Regeln an.

<sup>1</sup> Eine genauere Erklärung dieser Anweisung finden Sie am Ende des Übungszettels.

### 3. Oo-Implementierung von Grammatiken

(4 + 7 + 1 Punkte)

Studieren Sie die oo Implementierung von Grammatiken in *FormalLanguagesForStudents* aus dem moodle-Kurs. Die UML-Klassendiagramme dafür finden Sie in der VL-Präsentation für den FS-Teil auf den Seiten 23 und 24.

- a) In der Vorlesung wurden Algorithmen auf Grammatiken besprochen, insbesondere jener zur Beseitigung leerer Alternativen. Implementieren Sie diesen Algorithmus in Form einer Funktion

```
Grammar *newEpsilonFreeGrammarOf(Grammar *g);
```

Testen Sie Ihre Implementierung mit der Beispielgrammatik im Foliensatz der VL (auf S. 27).

- b) Die **Sprache**  $L$  einer Grammatik  $G$  mit dem Startsymbol  $S$ , also  $L(G(S))$ , **ist** nichts anderes als die **Menge aller** terminalen Ketten (**Sätze**)  $\sigma$ , die sich aus  $S$  mit den Regeln der Grammatik ableiten lassen. Eine Symbolkette wird durch ein Objekt der Klasse *Sequence* repräsentiert. Entwickeln Sie eine Klasse *Language*, die eine Menge solcher Symbolketten (die nur aus Terminalsymbolen bestehen) repräsentiert und eine Funktion

```
Language *languageOf(const Grammar *g, int maxLen);
```

die alle Sätze der Grammatik  $g$  bis zur maximalen Länge  $maxLen$  in einem *Language*-Objekt erzeugt und dieses als Ergebnis liefert. (Sie können davon ausgehen, dass die Grammatik  $g$  epsilonfrei ist.)

- c) Wenn Sie in die Klasse *Language* noch eine Methode

```
bool Language::hasSentence(Sequence *s) const;
```

einbauen, haben Sie einen einfachen Mechanismus für die Syntaxanalyse.

Testen Sie Ihre Implementierungen für b) und c) mit folgender Grammatik  $G(S)$ :

```
S  → a B | b A
A  → a   | a S | b A A
B  → b   | b S | a B B
```

indem Sie alle Sätze  $\sigma$  dieser Grammatik erzeugen, für die  $|\sigma| \leq 6$  gilt, und beantworten Sie folgende Fragen: Weisen diese Sätze eine besondere Eigenschaft auf? Kann man diese Eigenschaft schon aus der Grammatik ablesen?

### Hintergrundinformation zur Aufgabe 1

Die *DATA*-Anweisung der Programmiersprache Fortran 77 wird zur Initialisierung von Variablen, Feldern, Feldelementen und Zeichenketten benutzt. Die Anweisung ist nicht ausführbar und kann deshalb nur im Deklarationsteil eines Fortran-Programms verwendet werden. Struktur vereinfacht dargestellt:

```
DATA var_list / val_list / { , var_list / val_list / }
```

Wobei *var\_list* für durch Komma getrennte Listen von Variablen und *val\_list* für durch Komma getrennte Listen von Werten steht. Die Werte sind entweder Konstanten oder Gebilde der Form  $r*c$  sind, wobei  $r$  die Anzahl der Wiederholungen (*repetitions*) der Konstante  $c$  angibt.

Im folgenden Beispiel werden die Variablen  $A - L$  deklariert und dann mit Initialwerten belegt:

```
BLOCKDATA SETUP
INTEGER A, B, C
REAL    I, J, K, L
COMMON  /AREA1/ A, B, C
COMMON  /AREA2/ I, J, K, L
DATA    A, B, C, I, J, K, L / 0, 1, 2, 10.0, -20.0, 30.0, -40.0 /
END
```