

Allgemeine Hinweise:

- Die **Hausaufgaben** sollen in Gruppen von je **2 Studierenden** aus der **gleichen Kleingruppenübung (Tutorium)** bearbeitet werden. **Namen und Matrikelnummern** der Studierenden sind auf jedes Blatt der Abgabe zu schreiben. **Heften bzw. tackern Sie die Blätter oben links!**
- Die **Nummer der Übungsgruppe** muss **links oben** auf das **erste Blatt** der Abgabe geschrieben werden. Notieren Sie die Gruppennummer gut sichtbar, damit wir besser sortieren können.
- Die Lösungen müssen **bis Montag, den 22.10.2018 um 10:00 Uhr** in den entsprechenden Übungskasten eingeworfen werden. Sie finden die Kästen am Eingang Halifaxstr. des Informatikzentrums (Ahornstr. 55). Alternativ können Sie die Lösungen auch vor der Abgabefrist direkt bei Ihrer Tutorin/Ihrem Tutor abgeben.
- Einige Hausaufgaben müssen im Spiel Codescape gelöst werden:  
<https://codescape.medien.rwth-aachen.de/progra/>  
 Diese Aufgaben werden getrennt von den anderen Hausaufgaben gewertet. Ihren Login erhalten Sie bis Samstag, den 13.10.2018, direkt von der Gruppe "Medien für die Lehre" an die Email-Adresse zugesendet, mit der Sie im Übungssystem registriert sind.

## Tutoraufgabe 1 (Syntax und Semantik):

- a) Die Menge der syntaktisch korrekten einfachen arithmetischen Ausdrücke (**EAA**) wird durch die Grammatik  $G_1 = (\{S_1\}, \{(\cdot, \cdot), \cdot, \text{plus}, \text{s}, \mathcal{O}\}, P_1, S_1)$  definiert, wobei  $P_1$  genau die folgenden Produktionen enthält:

$$\begin{aligned} S_1 &\rightarrow \mathcal{O} \\ S_1 &\rightarrow \text{s}(S_1) \\ S_1 &\rightarrow \text{plus}(S_1; S_1) \end{aligned}$$

Die Semantik  $\mathcal{W}(\mathcal{A})$  eines syntaktisch korrekten **EAA**s  $\mathcal{A}$  ist wie folgt definiert, wobei  $x$  und  $y$  ebenfalls syntaktisch korrekte **EAA**s sind:

$$\begin{aligned} \mathcal{W}(\mathcal{O}) &= 0 \\ \mathcal{W}(\text{s}(x)) &= \mathcal{W}(x) + 1 \\ \mathcal{W}(\text{plus}(x; y)) &= \mathcal{W}(x) + \mathcal{W}(y) \end{aligned}$$

Für alle **EAA**s  $\mathcal{A}$  gilt also  $\mathcal{W}(\mathcal{A}) \in \mathbb{N}$ .

Geben Sie für die folgenden drei Ausdrücke an, ob es sich um einen syntaktisch korrekten **EAA** handelt und welche Semantik er hat.

- i)  $\text{plus}(\text{s}(\mathcal{O}); \mathcal{O})$       ii)  $\text{plus}(\mathcal{O}; \text{s}(\mathcal{O}); \mathcal{O})$       iii)  $\text{plus}(\text{plus}(\mathcal{O}; \text{s}(\mathcal{O})); \text{s}(\text{plus}(\mathcal{O}; \mathcal{O})))$

- b) Beweisen oder widerlegen Sie: Zwei Ausdrücke mit gleicher Syntax haben auch die gleiche Semantik.  
 c) Beweisen oder widerlegen Sie: Ein syntaktisch korrektes Programm ist auch semantisch korrekt.

## Aufgabe 2 (Syntax und Semantik):

(2 + 1 + 1 = 4 Punkte)

- a) Die Menge der syntaktisch korrekten **SASP** Programme wird durch die Grammatik  $G_2 = (\{A, B, S_2\}, \{., :-, p, q, r, s\}, P_2, S_2)$  definiert, wobei  $P_2$  genau die folgenden Produktionen enthält:

$$\begin{aligned}
 S_2 &\rightarrow A. \\
 S_2 &\rightarrow A. S_2 \\
 A &\rightarrow B \\
 A &\rightarrow B :- B \\
 B &\rightarrow p \\
 B &\rightarrow q \\
 B &\rightarrow r \\
 B &\rightarrow s
 \end{aligned}$$

Die Semantik  $\mathcal{W}(\mathcal{P})$  eines syntaktisch korrekten **SASP** Programms  $\mathcal{P}$  ist wie folgt definiert, wobei  $\mathcal{P}'$  ebenfalls ein syntaktisch korrektes **SASP** Programm ist und  $x, y \in \{p, q, r, s\}$ :

$$\begin{aligned}
 \mathcal{W}(x.) &= \{x\} \\
 \mathcal{W}(x :- y.) &= \emptyset \\
 \mathcal{W}(\mathcal{P}' x.) &= \mathcal{W}(\mathcal{P}') \cup \{x\} \\
 \mathcal{W}(\mathcal{P}' x :- y.) &= \begin{cases} \mathcal{W}(\mathcal{P}') \cup \{x\} & \text{falls } y \in \mathcal{W}(\mathcal{P}') \\ \mathcal{W}(\mathcal{P}') & \text{sonst} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Für alle **SASP** Programme  $\mathcal{P}$  gilt also  $\mathcal{W}(\mathcal{P}) \subseteq \{p, q, r, s\}$ .

Geben Sie für die folgenden drei Ausdrücke an, ob es sich um ein syntaktisch korrektes **SASP** Programm handelt und welche Semantik es hat.

- i)  $s :- p.$       ii)  $p. q :- p.$       iii)  $p. q :- s. s. r :- s.$       iv)  $p :- p :- r.$

- b) Beweisen oder widerlegen Sie: Zwei Ausdrücke einer Sprache mit gleicher Semantik haben die gleiche Syntax.
- c) Beweisen oder widerlegen Sie: Zwei Ausdrücke der gleichen Sprache mit unterschiedlicher Semantik haben nie die gleiche Syntax.

## Tutoraufgabe 3 (Formale Sprachen und Grammatiken):

Gegeben sei die folgende Sprache:

$$L_1 = \{w \in \{a, b\}^* \mid \text{auf ein } a \text{ folgt nie ein } b \text{ oder auf ein } b \text{ folgt nie ein } a\}$$

Die folgenden Wörter sind beispielsweise in der Sprache enthalten:

$$aaab \quad bbaa \quad aa \quad \varepsilon$$

Folgende Wörter sind nicht Bestandteil der Sprache:

$$bab \quad abba \quad baba$$

- a) Geben Sie eine kontextfreie Grammatik an, welche die Sprache  $L_1$  erzeugt.
- b) Geben Sie eine Grammatik in EBNF an, die  $L_1$  definiert. Ihre Grammatik darf nur aus einer Regel bestehen und diese Regel darf nicht rekursiv sein (d. h. das Nichtterminalsymbol auf der linken Seite darf rechts nicht auftreten).
- Um die Lesbarkeit zu erhöhen, dürfen Sie Anführungszeichen um Terminalsymbole weglassen.
- c) Geben Sie ein Syntaxdiagramm ohne Nichtterminalsymbole an, das die Sprache  $L_1$  definiert.

## Aufgabe 4 (Formale Sprachen und Grammatiken): (2 + 1 + 1 = 4 Punkte)

Gegeben sei die folgende Sprache:

$$L_2 = \{w \in \{a, b\}^* \mid \text{Auf jedes } a \text{ folgt direkt mindestens zwei } b \text{ oder auf jedes } b \text{ folgt direkt mindestens ein } a\}$$

Die folgenden Wörter sind beispielsweise in der Sprache enthalten:

$b$                        $abbbbabb$        $aaaabaaaba$      $\varepsilon$

Folgende Wörter sind nicht Bestandteil der Sprache:

$bab$                        $bbbbbbba$        $ababab$

- Geben Sie eine kontextfreie Grammatik an, welche die Sprache  $L_2$  erzeugt.
- Geben Sie eine Grammatik in EBNF an, die  $L_2$  definiert. Ihre Grammatik darf nur aus einer Regel bestehen und diese Regel darf nicht rekursiv sein (d. h. das Nichtterminalsymbol auf der linken Seite darf rechts nicht auftreten).  
Um die Lesbarkeit zu erhöhen, dürfen Sie Anführungszeichen um Terminalsymbole weglassen.
- Geben Sie ein Syntaxdiagramm ohne Nichtterminalsymbole an, das die Sprache  $L_2$  definiert.

## Tutoraufgabe 5 (Zweierkomplement):

- Sei  $x$  eine ganze Zahl. Wie unterscheiden sich die Zweierkomplement-Darstellungen von  $x$  und  $-x$ ?
- Erklären Sie im Detail, wie die beiden Ausgaben des folgenden Programms berechnet werden.

```
public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        int zahl = -2147483648;

        System.out.println(zahl + 1);
        System.out.println(zahl - 1);
    }
}
```

*Hinweis:*  $-2^{31} = -2147483648$

- Welche Zahlen repräsentieren die folgenden Bitfolgen im 5-Bit Zweierkomplement?

00010    10111    11011    01101    10000

## Aufgabe 6 (Zweierkomplement): (3 + 2 = 5 Punkte)

- Welche Zahlen repräsentieren die folgenden Bitfolgen im 10-Bit Zweierkomplement?

0010100000    1111000101    0011001100    1000010101

- Zu welchem Ergebnis werden die folgenden Java Ausdrücke jeweils ausgewertet? Begründen Sie, wie das Ergebnis zustande kommt.
  - $1000000000 + 1000000000 + 1000000000 > 1000000000 + 1000000000$
  - $-2147483648 + (-2147483648) == -2147483648 - (-2147483648)$

### **Aufgabe 7 (Intro und Deck 0):**

**(Codescape)**

Schließen Sie das Intro und das Tutorial zum Spiel **Codescape** ab und lösen Sie die Räume von Deck 0.

Ihre Lösung für Räume dieses **Codescape** Decks wird nur dann für die Zulassung gezählt, wenn sie die Lösung bis zum Abgabedatum vom 22.10.2018 um 10 Uhr abschicken.