Universität Siegen
Lehrstuhl Theoretische Informatik
Markus Lohrey



# Übungsblatt 11

**Aufgabe 1** Sei $k \in \mathbb{N}$, $k \geq 1$, und sei $G = (\{S\}, \{a\}, P, S)$, wobei $P$ gegeben ist durch

$$S \to a^k \mid a^{k+1}$$

Zeigen Sie, dass $G \in LL(k+1)$ und dass $G \notin LL(k)$ ist.

**Aufgabe 2** Sei $G = (\{E, C, F\}, \{a, +, \langle, \rangle\}, P, E)$, wobei $P$ gegeben ist durch:

$$\begin{aligned} E &\to FC \\ C &\to +FC \mid \varepsilon \\ F &\to \langle E \rangle \mid a \end{aligned}$$

Berechnen Sie die Vorausschautabelle für $k = 1$. Es genügt, wenn Sie die erreichbaren Zustände angeben. Sie können verwenden, dass

$$\begin{aligned} &\mathrm{First}_1(E) = \mathrm{First}_1(F) = \{a, \langle\} \text{ und} \\ &\mathrm{First}_1(C) = \{\varepsilon, +\}. \end{aligned}$$

**Aufgabe 3** Sei $G = (\{S, F\}, \{a, +, \langle, \rangle\}, P, S)$, wobei $P$ gegeben ist durch:

$$\begin{aligned} S &\to F \mid \langle S{+}F \rangle \\ F &\to a \end{aligned}$$

(a) Berechnen Sie $\mathrm{First}_1$ für jedes Nichtterminal.

(b) Geben Sie alle erreichbaren Expansionsübergänge des erweiterten Itemkellerautomaten für $k = 1$ an.

(c) Geben Sie die Vorausschautabelle für $k = 1$ an. Es genügt, die erreichbaren Zustände anzugeben.

(d) Verwenden Sie die Vorausschautabelle, um eine akzeptierende Konfigurationsfolge für $\langle a{+}a \rangle$ anzugeben.

**Aufgabe 4** Sei $\mathcal{G}$ die Menge der kontextfreien Grammatiken. Wir nennen $G \in \mathcal{G}$ eine LL-Grammatik, wenn es ein $k \in \mathbb{N}$ gibt mit $G \in LL(k)$. Sei $\ell \colon \mathcal{G} \to \mathbb{N}_\perp$ mit

$$\ell(G) = \begin{cases} \min(\{k \in \mathbb{N} \mid G \in LL(k)\}) & \text{falls } G \text{ eine LL-Grammatik ist,} \\ \perp & \text{sonst.} \end{cases}$$

Bestimmen Sie $\ell$ für folgende Grammatiken:

1. $G_1 = (\{S\}, \{a\}, P_1, S)$, wobei $P_1$ gegeben ist durch $S \to a \mid \varepsilon$.
2. $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, P_2, S)$, wobei $P_2$ gegeben ist durch $S \to a \mid b$.
3. $G_3 = (\{S\}, \{a, b\}, P_3, S)$, wobei $P_3$ gegeben ist durch $S \to aa \mid ab$.
4. $G_4 = (\{S\}, \{a, b\}, P_4, S)$, wobei $P_4$ gegeben ist durch $S \to aa \mid bb$.
5. $G_5 = (\{S\}, \{a\}, P_5, S)$, wobei $P_5$ gegeben ist durch $S \to a$.
6. $G_6 = (\{S\}, \{a\}, P_6, S)$, wobei $P_6$ gegeben ist durch $S \to a \mid aa$.
7. $G_7 = (\{S\}, \{a\}, P_7, S)$, wobei $P_7$ gegeben ist durch $S \to aa \mid aaa$.
8. $G_8 = (\{S\}, \{a\}, P_8, S)$, wobei $P_8$ gegeben ist durch $S \to Sa \mid \varepsilon$.
9. $G_9 = (\{S\}, \{a\}, P_9, S)$, wobei $P_9$ gegeben ist durch $S \to aS \mid \varepsilon$.
10. $G_{10} = (\{S\}, \{a, +\}, P_{10}, S)$, wobei $P_{10}$ gegeben ist durch $S \to S{+}S \mid a$.
11. $G_{11} = (\{S\}, \{a, +\}, P_{11}, S)$, wobei $P_{11}$ gegeben ist durch $S \to SS{+} \mid a$.

Sei $\mathcal{G} \colon \mathcal{P}(\Sigma^*) \to \mathcal{P}(\mathcal{G})$ definiert als

$$\mathcal{G}(L) = \{G \in \mathcal{G} \mid L(G) = L\}$$

und $\ell \colon \mathcal{P}(\Sigma^*) \to \mathbb{N}_\perp$ (wobei $\perp < i$ für alle $i \in \mathbb{N}$) als

$$\ell(L) = \min(\{\ell(G) \mid G \in \mathcal{G}(L)\}).$$

Bestimmen Sie $\ell(L(G))$ für jede Grammatik $G$ aus der obigen Liste.