Staatsexamen 46115 / 2019 / Frühjahr / Thema Nr. 1 / Aufgabe Nr. 2

Aufgabe 2

(a) Betrachten Sie die folgenden Sprachen:

L, = ar rer d” |n,meN

IL; = art ”dneN Zeigen Sie für Zı und La, ob sie kontextfrei sind oder nicht. Für den Beweis von Kontext-Freiheit in dieser Frage reicht die Angabe eines Automaten oder einer Grammatik. (Beschrei-

ben Sie dann die Konstruktionsidee des Automaten oder der Grammatik.) Für den Beweis von Nicht-Kontext-Freiheit verwenden Sie eine der üblichen Methoden.

(b) Eine kontextfreie Grammatik ist in Chomsky-Normalform, falls die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- alle Regeln sind von der Form X — YZ oder X — o mit Nichtterminalzeichen X,Y, Z und Terminalzeichen o,
- alle Nichtterminalzeichen sind erreichbar vom Startsymbol und
- alle Nichtterminalzeichen sind erzeugend, d. h. für jedes Nichtterminalzeichen X gibt es ein Wort w über dem Terminalalphabet, so dass X =>* w.

Bringen Sie die folgende Grammatik in Chomsky-Normalform.

$$P = \left\{ \begin{aligned} S &\rightarrow AAB \mid CD \mid abc \\ A &\rightarrow AAAA \mid a \\ B &\rightarrow BB \mid S \\ C &\rightarrow CCC \mid CC \\ D &\rightarrow d \end{aligned} \right\}$$

Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Gf7f9tp7z

Das Startsymbol der Grammatik ist S, das Terminalalphabet ist a,b,c,d und die Menge der Nichtterminalzeichen ist S,A,B,C,D.

(i) **Elimination der ε-Regeln**

— *Alle Regeln der Form $A \rightarrow \varepsilon$ werden eliminiert. Die Ersetzung von A wird durch ε in allen anderen Regeln vorweggenommen.*

$\emptyset$ Nichts zu tun

(ii) **Elimination von Kettenregeln**

— *Jede Produktion der Form $A \rightarrow B$ mit $A, B \in S$ wird als Kettenregel bezeichnet. Diese tragen nicht zur Produktion von Terminalzeichen bei und lassen sich ebenfalls eliminieren.*

Eine rechte Seite in der C vorkommt, lässt sich wegen $\{C \rightarrow CCC \mid CC\}$ nicht ableiten, weil es zu einer Endlosschleife kommt. Wir entfernen die entsprechenden Regeln.

$$P = \left\{ \begin{aligned} S &\rightarrow AAB \mid abc \\ A &\rightarrow AAAA \mid a \\ B &\rightarrow BB \mid AAB \mid abc \end{aligned} \right\}$$

(iii) **Separation von Terminalzeichen**

— *Jedes Terminalzeichen σ, das in Kombination mit anderen Symbolen auftaucht, wird durch ein neues Nonterminal S_σ ersetzt und die Menge der Produktionen durch die Regel $S_\sigma \rightarrow \sigma$ ergänzt.* —

$$
P = \Big\{
\begin{aligned}
S &\rightarrow AAB \mid T_a T_b T_c \\
A &\rightarrow AAAA \mid a \\
B &\rightarrow BB \mid AAB \mid T_a T_b T_c \\
T_a &\rightarrow a \\
T_b &\rightarrow b \\
T_c &\rightarrow c
\end{aligned}
\Big\}
$$

(iv) **Elimination von mehrelementigen Nonterminalketten**

— *Alle Produktionen der Form $A \rightarrow B_1 B_2 \dots B_n$ werden in die Produktionen $A \rightarrow A_{n-1} B_n, A_{n-1} \rightarrow A_{n-2} B_{n-1}, \dots, A_2 \rightarrow B_1 B_2$ zerteilt. Nach der Ersetzung sind alle längeren Nonterminalketten vollständig heruntergebrochen und die Chomsky-Normalform erreicht.* —

$$
P = \Big\{
\begin{aligned}
S &\rightarrow AS_1 \mid T_a S_2 \\
A &\rightarrow AA_1 \mid a \\
B &\rightarrow BB \mid AS_1 \mid T_a S_2 \\
T_a &\rightarrow a \\
T_b &\rightarrow b \\
T_c &\rightarrow c \\
S_1 &\rightarrow AB \\
S_2 &\rightarrow T_b T_c \\
A_1 &\rightarrow AA_2 \\
A_2 &\rightarrow AA
\end{aligned}
\Big\}
$$

Github: `Staatsexamen/46115/2019/09/Thema-1/Aufgabe-2.tex`