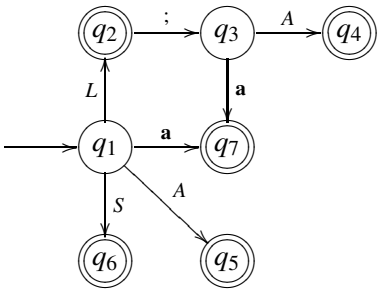
Universität des Saarlandes
Fachrichtung 6.2 – Informatik
Prof. Dr. R. Wilhelm
Dr.-Ing. D. Kästner
Dipl.-Inf. M. Langenbach

29. Mai 2001

Lösungsvorschlag zum Übungsblatt 5: Übersetzerbau (SS 2001)

Aufgabe 1 (8 Punkte)

(a) Berechnen wir zunächst den LR-DEA

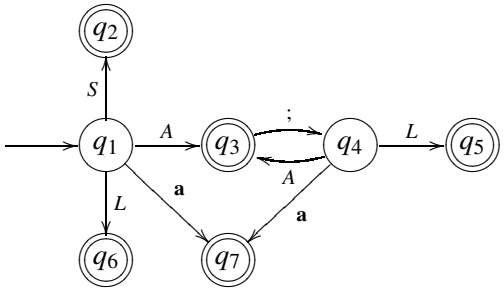


und dessen Zustände

$$
\begin{aligned}
q_1 &= \{ \quad [S' \to .S], [S \to .L], [L \to .L;A], [L \to .A], [A \to .\mathbf{a}] \quad \} \\
q_2 &= \{ \quad [S \to L.], [L \to L.;A] \quad \} \\
q_3 &= \{ \quad [L \to L;.A], [A \to .\mathbf{a}] \quad \} \\
q_4 &= \{ \quad [L \to L;A.] \quad \} \\
q_5 &= \{ \quad [L \to A.] \quad \} \\
q_6 &= \{ \quad [S' \to S.] \quad \} \\
q_7 &= \{ \quad [A \to \mathbf{a}.] \quad \}
\end{aligned}
$$

Im Zustand q_2 liegt ein *shift-reduce*-Konflikt vor, der sich ohne Vorausschaumenge nicht auflösen läßt. Damit ist G nicht LR(0).

(b) Zunächst wieder der LR-DEA mit Zustandmenge:



$$
\begin{aligned}
q_1 &= \{ \quad [S' \to .S], [S \to .L], [L \to .A;L], [L \to .A], [A \to .\mathbf{a}] \quad \} \\
q_2 &= \{ \quad [S' \to S.] \quad \} \\
q_3 &= \{ \quad [L \to A.;L], [L \to A.] \quad \} \\
q_4 &= \{ \quad [L \to A;.L], [L \to .A;L], [L \to .A], [A \to .\mathbf{a}] \quad \} \\
q_5 &= \{ \quad [L \to A;L.] \quad \} \\
q_6 &= \{ \quad [S \to L.] \quad \} \\
q_7 &= \{ \quad [A \to \mathbf{a}.] \quad \}
\end{aligned}
$$

Diesmal ist der *shift-reduce*-Konflikt in q_3 zu finden. Damit ist G nicht LR(0).

(c) Eine einfache Begründung benutzt die Tatsache, daß G nicht eindeutig ist. Der Parser kann also in eine Situation geraten, in der er nicht weiß, welche Aktion als nächste zu tätigen ist. Bei LR(0) hat er durch die restliche Eingabe auch keine Entscheidungshilfe $\Rightarrow$ G ist nicht LR(0).

Für $\mathbf{a};\mathbf{a};\mathbf{a}$ existieren zwei Ableitungen:

$$
\begin{aligned}
S &\underset{rm}{\Rightarrow} L \underset{rm}{\Rightarrow} L;L \underset{rm}{\Rightarrow} L;A \underset{rm}{\Rightarrow} L;\mathbf{a} \underset{rm}{\Rightarrow} L;L;\mathbf{a} \underset{rm}{\Rightarrow}^{*} \mathbf{a};\mathbf{a};\mathbf{a} \\
S &\underset{rm}{\Rightarrow} L \underset{rm}{\Rightarrow} L;L \underset{rm}{\Rightarrow} L;L;L \underset{rm\ rm}{\Rightarrow\Rightarrow} L;L;A \underset{rm}{\Rightarrow} L;L;\mathbf{a} \underset{rm}{\Rightarrow}^{*} \mathbf{a};\mathbf{a};\mathbf{a}
\end{aligned}
$$

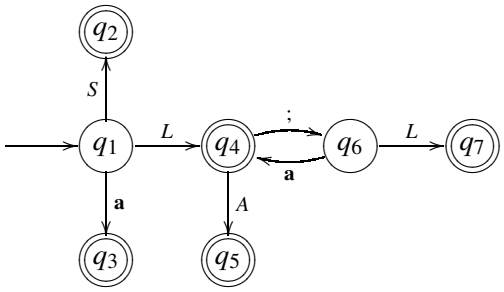
Damit haben wir also eine Satzform gefunden, bei der wir zwei Griffe haben, nämlich $L;L;\underline{\mathbf{a}}$ und $\underline{L;L};\mathbf{a}$, wir können also nicht entscheiden, welche Produktion zu nehmen ist. Eine Begründung mittels der Definition lautet:

$$
\begin{aligned}
S &\underset{rm}{\Rightarrow}^{*} \underbrace{L}_{A}\underbrace{;\mathbf{a}}_{w} \underset{rm}{\Rightarrow} \underbrace{L;L}_{\beta}\underbrace{;\mathbf{a}}_{w} \\
S &\underset{rm}{\Rightarrow}^{*} \underbrace{L;L;}_{\gamma}\underbrace{A}_{B} \underset{rm}{\Rightarrow} \underbrace{L;L}_{\beta}\underbrace{;\mathbf{a}}_{y} \\
0 &: w = \varepsilon = 0 : y
\end{aligned}
$$

Damit sind also die Voraussetzungen der Definition erfüllt. Wir haben aber

$$\alpha A y = L;\mathbf{a} \neq L;L;A = \gamma B x$$

(d) Analog wieder die Berechnung des LR-DEA:



$$
\begin{aligned}
q_1 &= \{ \quad [S' \to .S], [S \to .L], [L \to .\mathbf{a}A] \quad \} \\
q_2 &= \{ \quad [S' \to S.] \quad \} \\
q_3 &= \{ \quad [S \to L.] \quad \} \\
q_4 &= \{ \quad [L \to \mathbf{a}.A], [A \to \varepsilon.], [A \to .;L] \quad \} \\
q_5 &= \{ \quad [L \to ;A.] \quad \} \\
q_6 &= \{ \quad [A \to ;.L], [L \to .\mathbf{a}A] \quad \} \\
q_7 &= \{ \quad [A \to ;L.] \quad \}
\end{aligned}
$$

q_4 beinhaltet einen *shift-reduce*-Konflikt, also ist G nicht LR(0).

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Durch direkte Konstruktion erhalten wir den LR-DEA $(Q, \{S, A, B, \mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \mathbf{d}\}, \delta, F)$ mit

$$
\begin{aligned}
Q &= \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}, q_{12}, q_{12}\} \\
F &= \{q_2, q_5, q_7, q_8, q_{11}, q_{12}\} \\
\delta &= \{ \quad (q_1, S, q_2), (q_1, A, q_{12}), (q_1, B, q_{10}), (q_1, \mathbf{b}, q_3), (q_1, \mathbf{d}, q_9), \\
&\qquad (q_3, A, q_4), (q_3, B, q_6), (q_3, \mathbf{d}, q_8), \\
&\qquad (q_4, \mathbf{c}, q_5), \\
&\qquad (q_6, \mathbf{a}, q_7), \\
&\qquad (q_{10}, \mathbf{c}, q_{11}), \\
&\qquad (q_{12}, \mathbf{a}, q_{13}) \ \}
\end{aligned}
$$

Die einzelnen Zustände q_i enthalten folgende Items:

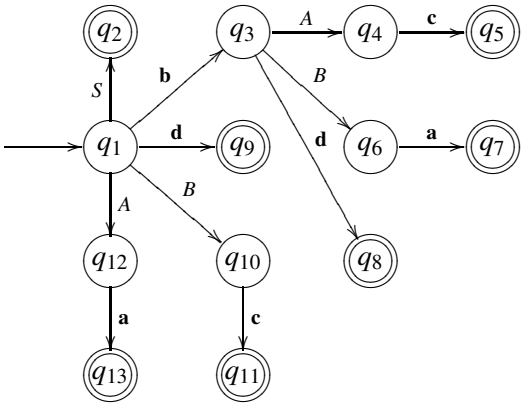


Abbildung 1: Der LR-DEA zur Grammatik aus Aufgabe 1.

$$
\begin{aligned}
q_1 &= \{ \quad [S' \to .S, \{\#\}], [S \to .A\mathbf{a}, \{\#\}], [S \to .B\mathbf{c}, \{\#\}, \\
&\qquad [S \to .\mathbf{b}A\mathbf{c}, \{\#\}], [S \to .\mathbf{b}B\mathbf{a}, \{\#\}], [A \to .\mathbf{d}, \{\mathbf{a}\}], [B \to .\mathbf{d}, \{\mathbf{c}\}] \ \} \\
q_2 &= \{ \quad [S' \to S., \{\#\}] \ \} \\
q_3 &= \{ \quad [S \to \mathbf{b}.A\mathbf{c}, \{\#\}], [S \to \mathbf{b}.B\mathbf{a}, \{\#\}], [A \to .\mathbf{d}, \{\mathbf{c}\}], [B \to .\mathbf{d}, \{\mathbf{a}\}] \ \} \\
q_4 &= \{ \quad [S \to \mathbf{b}A.\mathbf{c}, \{\#\}] \ \} \\
q_5 &= \{ \quad [S \to \mathbf{b}A\mathbf{c}., \{\#\}] \ \} \\
q_6 &= \{ \quad [S \to \mathbf{b}B.\mathbf{a}, \{\#\}] \ \} \\
q_7 &= \{ \quad [S \to \mathbf{b}B\mathbf{a}., \{\#\}] \ \} \\
q_8 &= \{ \quad [A \to \mathbf{d}., \{\mathbf{c}\}], [B \to \mathbf{d}., \{\mathbf{a}\}] \ \} \\
q_9 &= \{ \quad [A \to \mathbf{d}., \{\mathbf{a}\}], [B \to \mathbf{d}., \{\mathbf{c}\}] \ \} \\
q_{10} &= \{ \quad [S \to B.\mathbf{c}, \{\#\}] \ \} \\
q_{11} &= \{ \quad [S \to B\mathbf{c}., \{\#\}] \ \} \\
q_{12} &= \{ \quad [S \to A.\mathbf{a}, \{\mathbf{a}\}] \ \} \\
q_{13} &= \{ \quad [S \to A\mathbf{a}., \{\mathbf{a}\}] \ \}
\end{aligned}
$$

Der LR-DEA zur Grammatik G ist in Abbildungs 1 dargestellt.

Konflikte gobt es in den Zuständen q_8 und q_{12}, nämlich *reduce-reduce*-Konflikte. Diese werden allerdings durch die Vorausschaumengen beseitigt. Damit ist die Grammatik LR(1).

Untersuchen wir nun die LALR(1)-Eigenschaft von G. Wir haben bereits Teile des kanonischen LR(1)-Parsers konstruiert. Es werden nun solche Zustände des LR-DEA verschmolzen, die kerngleich sind, also die gleichen Items enthalten (ggf. mit unterschiedlichen Vorausschaumengen). Somit werden also q_8 und q_9 verschmolzen. Man erhält damit

$$q_{8,9} = \{[A \to \mathbf{d}., \{\mathbf{a}, \mathbf{c}\}], [B \to \mathbf{d}., \{\mathbf{a}, \mathbf{c}\}]\}$$

Dieser Zustand enthält zwei vollständige Items mit gleicher Vorausschaumengen, es liegt also ein *reduce-reduce*-Konflikt vor. Damit ist G nicht LALR(1).