



FernUniversität in Hagen

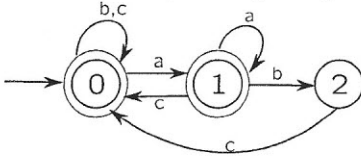
**Lösungsvorschläge
zur Hauptklausur
„1810 Übersetzerbau“**

07.03.2015

Aufgabe 1

(a)

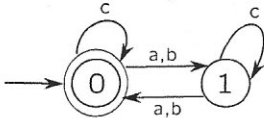
Ein Automat, der L_1 akzeptiert, ist der folgende:



Ein reg. Ausdruck, der L_1 beschreibt, ist: $(b|c|aa^*c|aa^*bc)^*a^*$

(b)

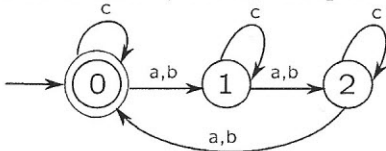
Ein Automat, der L_2 akzeptiert, ist der folgende:



Ein reg. Ausdruck, der L_2 beschreibt, ist: $(c|(a|b)c^*(a|b))^*$

(c)

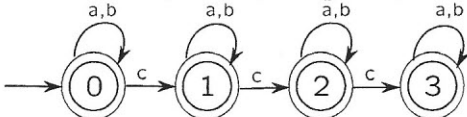
Ein Automat, der L_3 akzeptiert, ist der folgende:



Ein reg. Ausdruck, der L_3 beschreibt, ist: $(c|(a|b)c^*(a|b)c^*(a|b))^*$

(d)

Ein Automat, der L_4 akzeptiert, ist der folgende:



Ein reg. Ausdruck, der L_4 beschreibt, ist: $((a|b)^*(c|\epsilon)(a|b)^*(c|\epsilon)(a|b)^*(c|\epsilon)(a|b)^*$

Aufgabe 2

(a)

Die FIRST-Mengen sind:

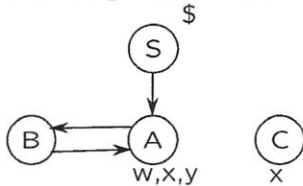
$$\begin{aligned} \text{FIRST}(S) &= \{w, x, y\} \\ \text{FIRST}(A) &= \{w, x, y\} \\ \text{FIRST}(B) &= \{w, y\} \\ \text{FIRST}(C) &= \{\epsilon, w\} \end{aligned}$$

Damit ergeben sich die folgenden initialen Steuermengen:

$$\begin{array}{ll} 1 & S \rightarrow A A \quad \{w, y, x\} \\ 2 & A \rightarrow B \quad \{w, y\} \\ 3 & A \rightarrow x \quad \{x\} \\ 4 & B \rightarrow w A \quad \{w\} \\ 5 & B \rightarrow y C x A \quad \{y\} \\ 6 & C \rightarrow w \quad \{w\} \\ 7 & C \rightarrow \epsilon \quad \{\epsilon\} \end{array}$$

(b)

Der Graph zur Berechnung der FOLLOW-Mengen vor Propagation der Markierungen ist:



Es ergeben sich folgende FOLLOW-Mengen:

$$\begin{aligned} \text{FOLLOW}(S) &= \{\$ \} \\ \text{FOLLOW}(A) &= \{w, x, y, \$ \} \\ \text{FOLLOW}(B) &= \{w, x, y, \$ \} \\ \text{FOLLOW}(C) &= \{x \} \end{aligned}$$

(c)

Die finalen Steuermengen der Grammatik sind:

$$\begin{array}{ll} 1 & S \rightarrow A A \quad \{w, y, x\} \\ 2 & A \rightarrow B \quad \{w, y\} \\ 3 & A \rightarrow x \quad \{x\} \\ 4 & B \rightarrow w A \quad \{w\} \\ 5 & B \rightarrow y C x A \quad \{y\} \\ 6 & C \rightarrow w \quad \{w\} \\ 7 & C \rightarrow \epsilon \quad \{x\} \end{array}$$

Es ergibt sich die folgende Analysetabelle:

| | | | | |
|---|---|---|---|----|
| | w | x | y | \$ |
| S | 1 | 1 | 1 | - |
| A | 2 | 3 | 2 | - |
| B | 4 | - | 5 | - |
| C | 6 | 7 | - | - |

Aufgabe 3

(a)

Die kanonische LR(0)-Kollektion sieht wie folgt aus:

| | | |
|--|---|---|
| | $0 \xrightarrow{S} 1$ | $0 \xrightarrow{A} 2$ |
| 0: $S' \rightarrow \cdot S$ $S \rightarrow \cdot A B$ $A \rightarrow \cdot$ $A \rightarrow \cdot x A$ | 1: $S' \rightarrow S \cdot$ | 2: $B \rightarrow \cdot C$ $B \rightarrow \cdot w B x B$ $C \rightarrow \cdot y$ $C \rightarrow \cdot y C$ $S \rightarrow A \cdot B$ |
| $0 \xrightarrow{x} 3$ $3 \xrightarrow{x} 3$ | $2 \xrightarrow{B} 4$ | $2 \xrightarrow{C} 5$ $6 \xrightarrow{C} 5$ $11 \xrightarrow{C} 5$ |
| 3: $A \rightarrow \cdot$ $A \rightarrow \cdot x A$ $A \rightarrow x \cdot A$ | 4: $S \rightarrow A B \cdot$ | 5: $B \rightarrow C \cdot$ |
| $2 \xrightarrow{w} 6$ $11 \xrightarrow{w} 6$ $6 \xrightarrow{w} 6$ | $2 \xrightarrow{y} 7$ $6 \xrightarrow{y} 7$ $7 \xrightarrow{y} 7$ $11 \xrightarrow{y} 7$ | $3 \xrightarrow{A} 8$ |
| 6: $B \rightarrow \cdot C$ $B \rightarrow \cdot w B x B$ $B \rightarrow w \cdot B x B$ $C \rightarrow \cdot y$ $C \rightarrow \cdot y C$ | 7: $C \rightarrow \cdot y$ $C \rightarrow y \cdot$ $C \rightarrow \cdot y C$ $C \rightarrow y \cdot C$ | 8: $A \rightarrow x A \cdot$ |
| $6 \xrightarrow{B} 9$ | $7 \xrightarrow{C} 10$ | $9 \xrightarrow{x} 11$ |
| 9: $B \rightarrow w B \cdot x B$ | 10: $C \rightarrow y C \cdot$ | 11: $B \rightarrow \cdot C$ $B \rightarrow \cdot w B x B$ $B \rightarrow w B x \cdot B$ $C \rightarrow \cdot y$ $C \rightarrow \cdot y C$ |
| $11 \xrightarrow{B} 12$ | | |
| 12: $B \rightarrow w B x B \cdot$ | | |

(b)

Die FOLLOW-Mengen der Nichtterminale sind:

$$\begin{aligned} \text{FOLLOW}(S) &= \{\$\} \\ \text{FOLLOW}(A) &= \{y, w\} \\ \text{FOLLOW}(B) &= \{x, \$\} \\ \text{FOLLOW}(C) &= \{x, \$\} \\ \text{FOLLOW}(S') &= \{\$\} \end{aligned}$$

(c)

Die Analysetabelle ist:

| Zustand | Action | | | | Goto | | | | |
|---------|--------|-----|----|-----|------|---|----|----|----|
| | w | x | y | \$ | S | A | B | C | S' |
| 0 | r3 | s3 | r3 | | 1 | 2 | | | |
| 1 | | | | acc | | | | | |
| 2 | s6 | | s7 | | | | 4 | 5 | |
| 3 | r3 | s3 | r3 | | | 8 | | | |
| 4 | | | | r2 | | | | | |
| 5 | | r5 | | r5 | | | | | |
| 6 | s6 | | s7 | | | | 9 | 5 | |
| 7 | | r7 | s7 | r7 | | | | 10 | |
| 8 | r4 | | r4 | | | | | | |
| 9 | | s11 | | | | | | | |
| 10 | | r8 | | r8 | | | | | |
| 11 | s6 | | s7 | | | | 12 | 5 | |
| 12 | | r6 | | r6 | | | | | |

Aufgabe 4

(a)

Wir setzen $g(N_1.val, B.val) = 3(N_1.val) + B.val$ und $f(B.val) = B.val$. Nach dem im Kurstext beschriebenen Verfahren zur Auflösung einer Linksrekursion erhalten wir das schließlich das folgende Übersetzungsschema:

$$\begin{aligned} N &\rightarrow B \quad \{R.v := B.val\} \\ &\quad R \quad \{N.val := R.s\} \\ R &\rightarrow B \quad \{R_1.v := 3(R.v) + B.val\} \\ &\quad R_1 \quad \{R.s := R_1.s\} \\ R &\rightarrow \epsilon \quad \{R.s := R.v\} \\ B &\rightarrow 2 \quad \{B.val := 2\} \\ B &\rightarrow 1 \quad \{B.val := 1\} \\ B &\rightarrow 0 \quad \{B.val := 0\} \end{aligned}$$

(b)

Zunächst berechnen wir die Steuermengen der Produktionen:

$$\begin{aligned} N &\rightarrow B R \{2, 1, 0\} \\ R &\rightarrow B R \{2, 1, 0\} \\ R &\rightarrow \epsilon \{\$ \} \\ B &\rightarrow 2 \{2\} \\ B &\rightarrow 1 \{1\} \\ B &\rightarrow 0 \{0\} \end{aligned}$$

Mit dieser Information und dem Übersetzungsschema aus Teil (a) kann nun gemäß Algorithmus 4.7 der Programmtext für einen syntaxgesteuerten Übersetzer erzeugt werden.

```
function N : integer;
var Nval, Bval, Rv, Rs : integer;
begin
  if symbol = 2 or symbol = 1 or symbol = 0 then
    Bval := B; Rv := Bval; Rs := R(Rv); Nval := Rs;
    return Nval;
  else
    error
  fi
end;
```

```
function R(Rv : integer) : integer;
var Rv, Rs, R1v, R1s, Bval : integer;
begin
  if symbol = 2 or symbol = 1 or symbol = 0 then
    Bval := B; R1v := 3(Rv) + Bval; R1s := R(R1v); Rs := R1s;
    return Rs;
  elsif symbol = $ then
    Rs := Rv;
    return Rs;
  else
    error
  fi
end;
```

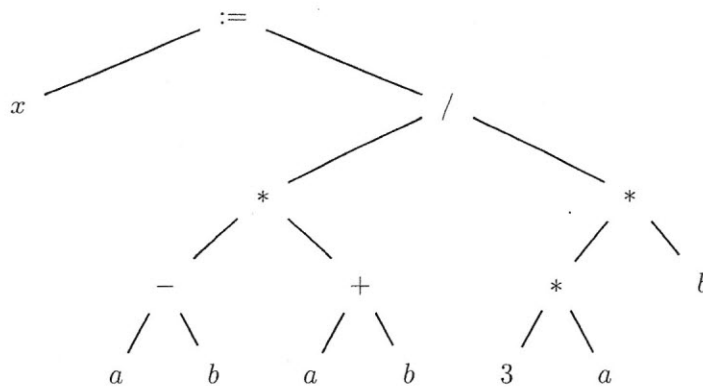
```
function B : integer;
var Bval : integer;
begin
  if symbol = 0 then
    match(0); Bval := 0;
    return Bval;
  elsif symbol = 1 then
    match(1); Bval := 1;
    return Bval;
  elsif symbol = 2 then
```

```
    match(2); Bval := 2;  
    return Bval;  
  else  
    error  
  fi  
end;
```

Aufgabe 5

(a)

Abstrakter Syntaxbaum:



(b)

Postfix-Notation:

$x a b - a b + * 3 a * b * / :=$

Stack-Berechnung:

| Code | Stack |
|---------|-------------------------|
| lvar x | [x] |
| var a | [x] a |
| var b | [x] a b |
| - | [x] a-b |
| var a | [x] a-b a |
| var b | [x] a-b a b |
| + | [x] a-b a+b |
| * | [x] (a-b)*(a+b) |
| const 3 | [x] (a-b)*(a+b) 3 |
| a | [x] (a-b)*(a+b) 3 a |
| * | [x] (a-b)*(a+b) 3*a |
| b | [x] (a-b)*(a+b) 3*a b |
| * | [x] (a-b)*(a+b) 3*a*b |
| / | [x] (a-b)*(a+b)/(3*a*b) |
| := | |

(c)

3-Adress-Code:

```

x1 := a - b
x2 := a + b
x3 := x1 * x2
x4 := 3 * a
x5 := x4 * b
x6 := x3 / x5
x := x6
    
```