

# Einführung in die Computerlinguistik

## Hausaufgabe 2, Abgabe 23.04.2019

Laura Kallmeyer

SoSe 2019, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

**Aufgabe 1** Geben Sie die Denotate der folgenden regulären Ausdrücke an, indem Sie die jeweilige Menge, falls sie endlich ist, explizit auflisten, und sonst in Worten beschreiben.

1.  $\emptyset|\varepsilon$     2.  $a(b|cd)\emptyset(a|\varepsilon)$     3.  $a(c|\emptyset)(b|\varepsilon)$     4.  $abb(cd)^*e^+$     5.  $(a(\varepsilon|b))^+$     6.  $(ac|ac\emptyset|ac\varepsilon)^+d$

Lösung:

1.  $\{\varepsilon\}$
2.  $\emptyset$
3.  $\{acb, ac\}$
4.  $\{abb(cd)^ne^m \mid n \geq 0, m > 0\}$
5.  $\{w \in \{a, b\}^* \mid w \text{ enthält mindestens ein } a, \text{ und unmittelbar vor jedem } b \text{ in } w \text{ steht ein } a\}$
6.  $\{(ac)^nd \mid n \geq 1\}$

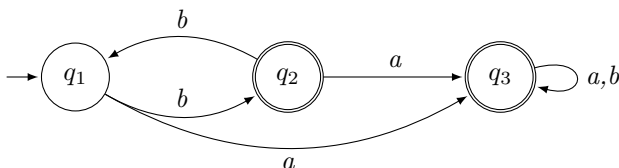
**Aufgabe 2** Geben Sie für die folgenden Mengen jeweils einen regulären Ausdruck an, der die jeweilige Menge denotiert.

1.  $\{w \mid w \in \{a, b, c\}^* \text{ und } w \text{ enthält mindestens ein } a \text{ und mindestens ein } b\}$
2.  $\{w \mid w \in \{a, b, c\}^* \text{ und } w \text{ hat genauso viel } a\text{'s wie } c\text{'s (0 ist auch erlaubt), wobei die } a\text{'s und } c\text{'s immer abwechselnd auftreten (mit beliebig vielen } b\text{'s dazwischen)}\}$   
Beispiel:  $bbacbabbbcb, cbbbbbaca, bbb, \varepsilon$
3.  $\{w \mid w \in \{a, b, c\}^+, \text{ alle } a\text{'s und } b\text{'s in } w \text{ sind unmittelbar von } cc \text{ gefolgt}\}$

Lösung:

1.  $(a|b|c)^*a(a|b|c)^*b(a|b|c)^*|(a|b|c)^*b(a|b|c)^*a(a|b|c)^*$     2.  $((b^*ab^*c)^*|(b^*cb^*a)^*)b^*$     3.  $((a|b)cc|c)^+$

**Aufgabe 3** Gegeben sei der folgende DFA:



Berechnen Sie einen regulären Ausdruck, der die Sprache beschreibt, die von dem Automaten akzeptiert wird, indem Sie den Algorithmus aus der Vorlesung anwenden.

Hinweis: Wenn es keinen Pfad gibt, lautet der entsprechende reguläre Ausdruck  $\emptyset$ .

Lösung:

Wir haben zwei Endzustände, der Ausdruck, den wir benötigen, ist also  $r_{1,2}^3|r_{1,3}^3$

- $r_{1,2}^3 = r_{1,2}^2 | r_{1,3}^2 (r_{33}^2)^* r_{32}^2$   
 $r_{1,2}^2 = r_{1,2}^1 | r_{1,2}^1 (r_{22}^1)^* r_{22}^1 = b | b(bb)^* = b(bb)^*$  (da  $r_{1,2}^1 = b, r_{22}^1 = \varepsilon | bb$ )  
 $r_{1,3}^2 = r_{1,3}^1 | r_{1,2}^1 (r_{2,2}^1)^* r_{2,3}^1 = a | b(bb)^* (a|ba)$  (da  $r_{1,3}^1 = a, r_{1,2}^1 = b, r_{2,2}^1 = \varepsilon | bb, r_{2,3}^1 = a|ba$ )  
damit ergibt sich  
 $r_{1,2}^3 = b(bb)^* | (a|b(bb)^* (a|ba)) (\varepsilon | a|b)^* \emptyset = b(bb)^*$  (da  $r_{3,3}^2 = (\varepsilon | a|b), r_{32}^2 = \emptyset$ )
- $r_{1,3}^3 = r_{1,3}^2 | r_{1,3}^2 (r_{33}^2)^* r_{33}^2 = (a|b(bb)^* (a|ba)) | (a|b(bb)^* (a|ba)) (\varepsilon | a|b)^* (\varepsilon | a|b) = (a|b(bb)^* (a|ba)) (a|b)^*$   
(da  $r_{1,3}^2 = a|b(bb)^* (a|ba), r_{33}^2 = (\varepsilon | a|b)$ )

Regulärer Ausdruck insgesamt:  $r_{1,2}^3 | r_{1,3}^3 = b(bb)^* | (a|b(bb)^* (a|ba)) (a|b)^*$

**Aufgabe 4** Geben Sie für die folgenden Mengen jeweils eine reguläre Grammatik an, die diese Menge generiert.

1.  $L(ab^+(bc)^*)$
2.  $\{w \mid w \in \{a, b\}^* \text{ und } w \text{ enthält eine durch } 3 \text{ teilbare Anzahl } a\text{'s (0 ist auch erlaubt)}\}$

Lösung:

1.  $G = \langle N, T, P, S \rangle$  mit  $N = \{A, B, C, S\}, T = \{a, b, c\}$  und  
 $P = \{S \rightarrow aB, B \rightarrow bB, B \rightarrow b, B \rightarrow bC, C \rightarrow bcC, C \rightarrow bc\}$
2.  $G = \langle N, T, P, S \rangle$  mit  $N = \{A, B, S\}, T = \{a, b\}$  und  
 $P = \{S \rightarrow bS, S \rightarrow aA, A \rightarrow bA, A \rightarrow aB, B \rightarrow bB, B \rightarrow aS, S \rightarrow \varepsilon\}$