Grundbegriffe der Informatik - Tutorium 21

Christian Jülg

Wintersemester 2012/13

15. Januar 2013

http://gbi-tutor.blogspot.com

Übersicht

Übersicht

Guten Morgen...

Aufgabenblatt 10

Aufgabenblatt 11

Endliche Automaten

Reguläre Ausdrücke

Rechtslineare Grammatiken

Abschluss

Zum Warmwerden...

Eine formale Sprache L...

1. ... ist eine Menge von Wörtern
2. ... basiert immer auf einem endlichen Automaten A
3. ... kann gleich einem Wort w sein

Eine formale Grammatik G...

1. ... lässt sich als Tupel (N,T,S,P) angeben.
2. ... erzeugt die endlich große Sprache $L(G)$.
3. ... ist immer kontextfrei und/oder regulär.

Gegeben $G_2 = (\{A, B\}, \{a, b\}, A, \{A \to Ab|Ba|a, B \to Aa|b\})$. $L(G_2)$ ...

1. ... enthält unendlich viele Elemente.
2. ... kann nicht durch eine KFG beschrieben werden.
3. ... wird von einem endlichen Akzeptoren A_2 akzeptiert.

Zum Warmwerden...

Eine formale Sprache L...

1. ... ist eine Menge von Wörtern
2. ... basiert immer auf einem endlichen Automaten A
3. ... kann gleich einem Wort w sein

Eine formale Grammatik G...

1. ... lässt sich als Tupel (N,T,S,P) angeben.
2. ... erzeugt die endlich große Sprache $L(G)$.
3. ... ist immer kontextfrei und/oder regulär.

Gegeben $G_2 = (\{A, B\}, \{a, b\}, A, \{A \to Ab|Ba|a, B \to Aa|b\})$. $L(G_2)$ ...

1. ... enthält unendlich viele Elemente.
2. ... kann nicht durch eine KFG beschrieben werden.
3. ... wird von einem endlichen Akzeptoren A_2 akzeptiert.

Zum Warmwerden...

Eine formale Sprache L...

1. ... ist eine Menge von Wörtern
2. ... basiert immer auf einem endlichen Automaten A
3. ... kann gleich einem Wort w sein

Eine formale Grammatik G...

1. ... lässt sich als Tupel (N,T,S,P) angeben.
2. ... erzeugt die endlich große Sprache $L(G)$.
3. ... ist immer kontextfrei und/oder regulär.

Gegeben $G_2 = (\{A, B\}, \{a, b\}, A, \{A \rightarrow Ab|Ba|a, B \rightarrow Aa|b\})$. $L(G_2)$ ...

1. ... enthält unendlich viele Elemente.
2. ... kann nicht durch eine KFG beschrieben werden.
3. ... wird von einem endlichen Akzeptoren A_2 akzeptiert.

Zum Warmwerden...

Eine formale Sprache L...

1. ... ist eine Menge von Wörtern
2. ... basiert immer auf einem endlichen Automaten A
3. ... kann gleich einem Wort w sein

Eine formale Grammatik G...

1. ... lässt sich als Tupel (N,T,S,P) angeben.
2. ... erzeugt die endlich große Sprache $L(G)$.
3. ... ist immer kontextfrei und/oder regulär.

Gegeben $G_2 = (\{A, B\}, \{a, b\}, A, \{A \rightarrow Ab|Ba|a, B \rightarrow Aa|b\})$. $L(G_2)$ ...

1. ... enthält unendlich viele Elemente.
2. ... kann nicht durch eine KFG beschrieben werden.
3. ... wird von einem endlichen Akzeptoren A_2 akzeptiert.

Übersicht

Aufgabenblatt 10

Blatt 10

- Abgaben: 17 / 18
- Punkte: Durchschnitt 10,5 von 20

Probleme

- 10.3. Kante zum Startzustand nicht vergessen

Übersicht

Aufgabenblatt 11

Blatt 11

- Abgabe: 18.01.2013 um 12:30 Uhr im Untergeschoss des Infobaus
- Punkte: maximal 20

Themen

- Endliche Automaten
- Akzeptoren
- reguläre Ausdrücke

Übersicht

Arten von Automaten

Es gibt zwei Arten, wie ein Automat eine Ausgabe tätigen kann. Wir unterscheiden dabei:

Arten von Automaten

Es gibt zwei Arten, wie ein Automat eine Ausgabe tätigen kann. Wir unterscheiden dabei:

Mealy-Automat

- Erzeugung einer Ausgabe bei jedem Zustandsübergang
- Ausgabefunktion $g : Z \times X \to Y^*$
- Markieren der Kanten mit $x_i | y_i$

Arten von Automaten

Es gibt zwei Arten, wie ein Automat eine Ausgabe tätigen kann. Wir unterscheiden dabei:

Mealy-Automat

- Erzeugung einer Ausgabe bei jedem Zustandsübergang
- Ausgabefunktion $g : Z \times X \to Y^*$
- Markieren der Kanten mit $x_i | y_i$

Moore-Automat

- Erzeugung einer Ausgabe bei Erreichen eines Zustands
- Ausgabefunktion $h : Z \to Y^*$
- Markieren der Zustände mit $q_i | y_i$ (q_i ist Zustandsname)

In beiden Fällen ist die Ausgabe ein Wort $y = y_0 \dots y_{n-1}$ über einem Ausgabealphabet Y.

Der Akzeptor

- Ist der häufigste **Spezialfall** eines Moore-Automaten
- Eine Ausgabe findet nicht bei allen Zuständen statt

Der Akzeptor

- Ist der häufigste **Spezialfall** eines Moore-Automaten
- Eine Ausgabe findet nicht bei allen Zuständen statt
- Die Zustände $F \subseteq Z$, bei denen eine Ausgabe (immer ein Bit lang) erfolgt, heißen `akzeptierende Zustände`
  Es gilt $F = \{z | h(z) = 1\}$

Der Akzeptor

- Ist der häufigste **Spezialfall** eines Moore-Automaten
- Eine Ausgabe findet nicht bei allen Zuständen statt
- Die Zustände $F \subseteq Z$, bei denen eine Ausgabe (immer ein Bit lang) erfolgt, heißen `akzeptierende Zustände`
  Es gilt $F = \{z|h(z) = 1\}$
- graphisch werden diese durch Doppelkreise angegeben

Der Akzeptor

- Ist der häufigste **Spezialfall** eines Moore-Automaten
- Eine Ausgabe findet nicht bei allen Zuständen statt
- Die Zustände $F \subseteq Z$, bei denen eine Ausgabe (immer ein Bit lang) erfolgt, heißen `akzeptierende Zustände`
  Es gilt $F = \{z | h(z) = 1\}$
- graphisch werden diese durch Doppelkreise angegeben

- Ein Wort $w \in X^*$ wird `akzeptiert`, wenn gilt $f^*(z_0, w) \in F$
- Die von einem Akzeptor A `akzeptierte formale Sprache` ist
  $L(A) = \{w \in X^* | f^*(z_0, w) \in F\}$

Übersicht

Definition

Reguläre Ausdrücke sind eine verbreitete und geeignete Notation, um reguläre Sprachen (Typ-3) zu formalisieren.

Die Regeln (= Metazeichen)

Metazeichen	**Bedeutung**
$()$	Klammerung von Alternativen
$*$	n-maliges Vorkommen
$\|$	trennt Alternativen

Es gelten folgende Vorrangregeln:

- $*$ bindet stärker als Verkettung
- Verkettung (RS) bindet stärker als „oder“ $(R|S)$
- Überflüssige Klammern dürfen wir weglassen.
  So sind $(RS), ((RS)), \dots$ und RS äquivalent

Definition

Die Sprache von R

Wenn **R** ein regulärer Ausdruck ist, dann bezeichnen wir mit $\langle R \rangle$ die Sprache, die dieser erzeugt.

- $\langle \emptyset \rangle = \{\}$
- Für $a \in A$ ist $\langle a \rangle = \{a\}$
- $\langle R_1 | R_2 \rangle = \langle R_1 \rangle \cup \langle R_2 \rangle$
- $\langle R_1 R_2 \rangle = \langle R_1 \rangle \cdot \langle R_2 \rangle$

R_1 und R_2 sind hier zwei beliebige reguläre Ausdrücke.

Die Sprache von R

Beispiel 1

Welche Wörter erzeugt der folgende reguläre Ausdruck R?

- $R = (a|b) * abb(a|b) *$?

Die Sprache von R

Beispiel 1

Welche Wörter erzeugt der folgende reguläre Ausdruck R?

- $R = (a|b) * abb(a|b)*$?
- $\langle R \rangle$ enthält genau die Wörter, in denen das Teilwort *abb* vorkommt.

Beispiel 2

Gebe einen regulären Ausdruck für die Sprache aller Wörter die nicht *ab* enthalten

Die Sprache von R

Karlsruhe Institute of Technology

Beispiel 1

Welche Wörter erzeugt der folgende reguläre Ausdruck R?

- $R = (a|b) * abb(a|b)*$?
- $\langle R \rangle$ enthält genau die Wörter, in denen das Teilwort *abb* vorkommt.

Beispiel 2

Gebe einen regulären Ausdruck für die Sprache aller Wörter die nicht *ab* enthalten

- $b{*}a{*}$

Die Sprache von R

Beispiel 3

Welcher reguläre Ausdruck R erzeugt die Sprache $\{\epsilon\}$?

Die Sprache von R

Beispiel 3

Welcher reguläre Ausdruck R erzeugt die Sprache $\{\epsilon\}$?

- $\emptyset *$, denn $\langle \emptyset \rangle^* = \{\}^* = \{\epsilon\}$

Die Sprache von R

Karlsruhe Institute of Technology

Beispiel 3

Welcher reguläre Ausdruck R erzeugt die Sprache $\{\epsilon\}$?

- $\emptyset *$, denn $\langle\emptyset\rangle^* = \{\}^* = \{\epsilon\}$

Beispiel 4

Gebe einen regulären Ausdruck für die Sprache aller Wörter mit mindestens 3 b's an!

Die Sprache von R

Beispiel 3

Welcher reguläre Ausdruck R erzeugt die Sprache $\{\epsilon\}$?

- $\emptyset *$, denn $\langle \emptyset \rangle^* = \{\}^* = \{\epsilon\}$

Beispiel 4

Gebe einen regulären Ausdruck für die Sprache aller Wörter mit mindestens 3 b's an!

- $(a|b) * b(a|b) * b(a|b) * b(a|b)*$ oder

Die Sprache von R

Beispiel 3

Welcher reguläre Ausdruck R erzeugt die Sprache $\{\epsilon\}$?

- $\emptyset *$, denn $\langle\emptyset\rangle^* = \{\}^* = \{\epsilon\}$

Beispiel 4

Gebe einen regulären Ausdruck für die Sprache aller Wörter mit mindestens 3 b's an!

- $(a|b) * b(a|b) * b(a|b) * b(a|b)*$ oder
- $a * ba * ba * b(a|b)*$

Reguläre Aufgabe

Gegeben ist folgende Klasse von Sprachen über dem Alphabet $\Sigma = \{a, b, c\}$:

$$L_n = \{w | \text{Das Wort w enthält genau einmal eine Folge von } a \text{ der Länge } n\text{, die nicht Teil einer Folge von } a \text{ mit einer Länge} > n \text{ ist}\}$$

Gebt einen regulären Ausdruck R für L_4 an! (also: $\langle R \rangle = L_4$)

Reguläre Aufgabe

Gegeben ist folgende Klasse von Sprachen über dem Alphabet $\Sigma = \{a, b, c\}$:

$$L_n = \{w | \text{Das Wort w enthält genau einmal eine Folge von } a \text{ der Länge } n\text{, die nicht Teil einer Folge von } a \text{ mit einer Länge} > n \text{ ist}\}$$

Gebt einen regulären Ausdruck R für L_4 an! (also: $\langle R \rangle = L_4$)

Lösung a)

Wir stellen sicher, dass die vier a genau einmal vorkommen, und sonst nur 1,2,3 oder mehr als 4 am Stück.

$$R = ((b|c)*(\emptyset|a|aa|aaa|aaaaaa*)(b|c)(b|c)*)* \\ aaaa((b|c)(b|c)*(\emptyset|a|aa|aaa|aaaaaa*)(b|c)*)*$$

Ihr seid dran... Regulär Einkaufen

Gebt einen regulären Ausdruck an, der das Einkaufen in einem Supermarkt beschreibt. Beschreibt den Einkauf mit diesen Zeichen:

- b Laden betreten
- v Laden verlassen
- s Einkaufswagen verschieben
- p Produkt in den Einkaufswagen legen
- z Einkäufe bezahlen

Den Einkaufswagen erhält man am Eingang beim Betreten des Ladens und gibt ihn beim Verlassen am Ausgang zurück. Die Produkte sind im ganzen Laden verteilt und nicht in Reichweite des Ein- oder Ausgangs – aber an der Kasse gibt es Süßes!
Beachtet, dass nichts zu bezahlen ist, wenn keine Waren im Einkaufswagen liegt (nur genau dann).
Zielloses Rumstöbern ist erlaubt!

Ihr seid dran... Regulär Einkaufen

Gebt einen regulären Ausdruck an, der das Einkaufen in einem Supermarkt beschreibt. Beschreibt den Einkauf mit diesen Zeichen:

- b Laden betreten
- v Laden verlassen
- s Einkaufswagen verschieben
- p Produkt in den Einkaufswagen legen
- z Einkäufe bezahlen

Eine mögliche Lösung ist:

$$bss*(\emptyset|p(p|s)*zs)v$$

von $\langle R \rangle$ zu R

Und noch ein Beispiel...

Wenn R ein regulärer Ausdruck für eine formale Sprache $L = \langle R \rangle$ ist, wie sieht dann ein regulärer Ausdruck

- für L^* aus?
- für L^+ aus?

von $\langle R \rangle$ zu R

Und noch ein Beispiel...

Wenn R ein regulärer Ausdruck für eine formale Sprache $L = \langle R \rangle$ ist, wie sieht dann ein regulärer Ausdruck

- für L^* aus? Lösung: $(R)*$
- für L^+ aus?

von $\langle R \rangle$ zu R

Und noch ein Beispiel...

Wenn R ein regulärer Ausdruck für eine formale Sprache $L = \langle R \rangle$ ist, wie sieht dann ein regulärer Ausdruck

- für L^* aus? Lösung: $(R)*$
- für L^+ aus? Lösung: $R(R)*$

Übersicht

Beziehung zwischen kontextfreien und rechtslinearen Grammatiken

Wir können die Grammatiken in vier Klassen einteilen, Typ-0 bis Typ-3.
Dabei gilt:

- Typ-$n \supsetneq$ Typ-$(n+1)$
- Je kleiner die Nummer, desto „weniger eingeschränkt" ist die Grammatik
- Auch die Sprachen werden in diese Klassen gepackt:
  Jede Sprache hat die Typ-Klasse der einfachsten Grammatik, die sie erzeugt.
  (Einfach entspricht höherer Typ-Nummer)

Übersicht über die Klassen

Die verschiedenen Klassen

- *Typ* 0 & 1 Typ-0 und Typ-1 kamen noch nicht vor
- *Typ* 2 Typ-2-Grammatiken sind die uns schon bekannten kontextfreien Grammatiken
- *Typ* 3 Typ-3-Grammatiken sind die neu hinzukommenden rechtslinearen Grammatiken

rechtslineare Grammatiken

etwas genauer...

Eine rechtslineare Grammatik ist eine kontextfreie Grammatik $G = (N, T, S, P)$ mit folgenden Einschränkungen. Jede Produktion ist entweder von der Form

- $X \to w$ oder
- $X \to wY$ mit $w \in T^*$ und $X, Y \in N$

rechtslineare Grammatiken

etwas genauer...

Eine rechtslineare Grammatik ist eine kontextfreie Grammatik $G = (N, T, S, P)$ mit folgenden Einschränkungen. Jede Produktion ist entweder von der Form

- $X \to w$ oder
- $X \to wY$ mit $w \in T^*$ und $X, Y \in N$

Regex

Zu jeder rechtslinearen Grammatik gibt es:

- ...einen entsprechenden regulären Ausdruck und

rechtslineare Grammatiken

etwas genauer...

Eine rechtslineare Grammatik ist eine kontextfreie Grammatik $G = (N, T, S, P)$ mit folgenden Einschränkungen. Jede Produktion ist entweder von der Form

- $X \to w$ oder
- $X \to wY$ mit $w \in T^*$ und $X, Y \in N$

Regex

Zu jeder rechtslinearen Grammatik gibt es:

- ...einen entsprechenden regulären Ausdruck und
- ...einen einen deterministischen endlichen Automaten

Zu jeder rechtslinearen gibt es äquivalente linkslineare Grammatiken. Diese „können“ nichts anderes als rechtslineare Grammatiken, daher ignorieren wir sie in dieser Vorlesung.

Semantik und Syntax regulärer Ausdrücke

Vorsicht!

- die Bedeutung, also die Semantik, eines regulären Ausdrucks kann immer von einer rechtslinearen Grammatik angegeben werden

Semantik und Syntax regulärer Ausdrücke

Vorsicht!

- die Bedeutung, also die Semantik, eines regulären Ausdrucks kann immer von einer rechtslinearen Grammatik angegeben werden
- die Syntax regulärer Ausdrücke ist aber Typ-2

Semantik und Syntax regulärer Ausdrücke

Vorsicht!

- die Bedeutung, also die Semantik, eines regulären Ausdrucks kann immer von einer rechtslinearen Grammatik angegeben werden
- die Syntax regulärer Ausdrücke ist aber Typ-2
- d.h. eine Grammatik die alle regulären Ausdrücke zu einem Alphabet erzeugen kann, muss mindestens kontextfrei sein!

rechtslineare Grammatiken

Ein Beispiel

Gegeben Sei die Grammatik
$G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, \{X \to aY|\epsilon, Y \to Xb\})$

- Ist diese Grammatik rechtslinear?

rechtslineare Grammatiken

Ein Beispiel - oder auch nicht...

Gegeben Sei die Grammatik
$G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, \{X \rightarrow aY|\epsilon, Y \rightarrow Xb\})$

- Ist diese Grammatik rechtslinear?
  G ist offensichtlich nicht rechtslinear, denn die Produktion $Y \rightarrow Xb$ hat das Nichtterminalsymbol links vom Terminalsymbol
  (Die Produktion ist linkslinear)!

rechtslineare Grammatiken

Ein Beispiel - oder auch nicht...

Gegeben Sei die Grammatik
$G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, \{X \to aY|\epsilon, Y \to Xb\})$

- Ist diese Grammatik rechtslinear?
  G ist offensichtlich nicht rechtslinear, denn die Produktion $Y \to Xb$ hat das Nichtterminalsymbol links vom Terminalsymbol
  (Die Produktion ist linkslinear)!
- Die Grammatik erzeugt die Sprache $L(G) = \{a^k b^k | k \in \mathbb{N}_0\}$

rechtslineare Grammatiken

Ein Beispiel - oder auch nicht...

Gegeben Sei die Grammatik
$G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, \{X \rightarrow aY|\epsilon, Y \rightarrow Xb\})$

- Ist diese Grammatik rechtslinear?
  G ist offensichtlich nicht rechtslinear, denn die Produktion $Y \rightarrow Xb$ hat das Nichtterminalsymbol links vom Terminalsymbol
  (Die Produktion ist linkslinear)!
- Die Grammatik erzeugt die Sprache $L(G) = \{a^k b^k | k \in \mathbb{N}_0\}$
- Kann es eine rechtslineare Grammatik für diese Sprache geben?
  Ist diese Sprache regulär?

rechtslineare Grammatiken

Ein Beispiel - oder auch nicht...

Gegeben Sei die Grammatik
$G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, \{X \rightarrow aY|\epsilon, Y \rightarrow Xb\})$

- Ist diese Grammatik rechtslinear?
  G ist offensichtlich nicht rechtslinear, denn die Produktion $Y \rightarrow Xb$ hat das Nichtterminalsymbol links vom Terminalsymbol
  (Die Produktion ist linkslinear)!
- Die Grammatik erzeugt die Sprache $L(G) = \{a^k b^k | k \in \mathbb{N}_0\}$
- Kann es eine rechtslineare Grammatik für diese Sprache geben?
  Ist diese Sprache regulär?
  Nein, ist sie nicht!

von G zu L(G)

Aufgabe

Betrachte $G = (\{X, Y, Z\}, \{a, b\}, X, P)$ mit
$P = \{X \to aX|bY|\epsilon, Y \to aX|bZ|\epsilon, Z \to aZ|bZ\}$

- Was ist $L(G)$?
- Geben Sie einen endlichen Automaten an, der L(G) akzeptiert.
- Lässt sich diese Grammatik noch vereinfachen?

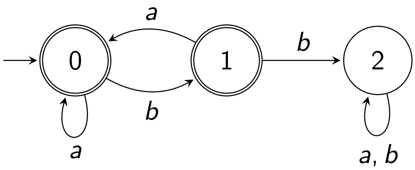
von G zu L(G)

Aufgabe

Betrachte $G = (\{X, Y, Z\}, \{a, b\}, X, P)$ mit
$P = \{X \rightarrow aX|bY|\epsilon, Y \rightarrow aX|bZ|\epsilon, Z \rightarrow aZ|bZ\}$

- Was ist $L(G)$?
- Geben Sie einen endlichen Automaten an, der L(G) akzeptiert.
- Lässt sich diese Grammatik noch vereinfachen?

Lösung



Ist doch alles das Gleiche, oder?

Gleiche Sprache - andere Grammatik

Folgende Grammatiken erzeugen die gleiche Sprache

- $G = (\{X, Y, Z\}, \{a, b\}, X, P)$ mit
  $P = \{X \rightarrow aX|bY|\epsilon, Y \rightarrow aX|bZ|\epsilon, Z \rightarrow aZ|bZ\}$

Ist doch alles das Gleiche, oder?

Gleiche Sprache - andere Grammatik

Folgende Grammatiken erzeugen die gleiche Sprache

- $G = (\{X, Y, Z\}, \{a, b\}, X, P)$ mit
  $P = \{X \to aX|bY|\epsilon, Y \to aX|bZ|\epsilon, Z \to aZ|bZ\}$
- $G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, P)$ mit $P = \{X \to aX|bY|\epsilon, Y \to aX|\epsilon\}$

Ist doch alles das Gleiche, oder?

Gleiche Sprache - andere Grammatik

Folgende Grammatiken erzeugen die gleiche Sprache

- $G = (\{X, Y, Z\}, \{a, b\}, X, P)$ mit
  $P = \{X \rightarrow aX|bY|\epsilon, Y \rightarrow aX|bZ|\epsilon, Z \rightarrow aZ|bZ\}$
- $G = (\{X, Y\}, \{a, b\}, X, P)$ mit $P = \{X \rightarrow aX|bY|\epsilon, Y \rightarrow aX|\epsilon\}$
- $G = (\{X\}, \{a, b\}, X, P)$ mit $P = \{X \rightarrow aX|baX|b|\epsilon\}$

Übersicht

Guten Morgen...

Aufgabenblatt 10

Aufgabenblatt 11

Endliche Automaten

Reguläre Ausdrücke

Rechtslineare Grammatiken

Abschluss

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

- Worin unterscheiden sich Mealy- und Moore-Automaten?

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

- Worin unterscheiden sich Mealy- und Moore-Automaten?
- Welcher der beiden ist näher mit einem Akzeptoren verwandt?

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

- Worin unterscheiden sich Mealy- und Moore-Automaten?
- Welcher der beiden ist näher mit einem Akzeptoren verwandt?
- Wie setzt sich ein gültiger regulärer Ausdruck zusammen?

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

- Worin unterscheiden sich Mealy- und Moore-Automaten?
- Welcher der beiden ist näher mit einem Akzeptoren verwandt?
- Wie setzt sich ein gültiger regulärer Ausdruck zusammen?
- In welchem Verhältnis stehen reguläre Ausdrücke, rechtslineare Grammatiken und endliche Automaten?

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

- Worin unterscheiden sich Mealy- und Moore-Automaten?
- Welcher der beiden ist näher mit einem Akzeptoren verwandt?
- Wie setzt sich ein gültiger regulärer Ausdruck zusammen?
- In welchem Verhältnis stehen reguläre Ausdrücke, rechtslineare Grammatiken und endliche Automaten?
- Wie verhalten sich rechtslineare Grammatiken und kontextfreie Grammatiken zueinander?

Zum Schluss...

Was ihr nun wissen solltet!

- Worin unterscheiden sich Mealy- und Moore-Automaten?
- Welcher der beiden ist näher mit einem Akzeptoren verwandt?
- Wie setzt sich ein gültiger regulärer Ausdruck zusammen?
- In welchem Verhältnis stehen reguläre Ausdrücke, rechtslineare Grammatiken und endliche Automaten?
- Wie verhalten sich rechtslineare Grammatiken und kontextfreie Grammatiken zueinander?

Ihr wisst was nicht?
Stellt **jetzt** Fragen!

Ende


UND DU GLAUBST, DASS ER UNS JETZT NICHT MEHR ENTKOMMEN KANN? WARUM? HABEN ELEFANTEN ANGST VOR PORZELLAN?
NEIN. VOR KLISCHEES.
WWW.NICHTLUSTIG.DE