

6. AuD Tafelübung T-C3

Simon Ruderich

1. Dezember 2010

Grammatiken

Wozu Grammatiken?

- erlauben Validierung von Daten
- z. B. Telefonnummern, Programmcode, ...
- erlauben Extrahieren von Informationen

Grammatiken

Definition

Grammatik ist ein Quadrupel $G = (N, T, P, S)$:

N Menge der Nichtterminalsymbole

T Menge der Terminalsymbole

P Menge der Produktionen (Ersetzungsregeln):

$l \rightarrow r$ mit $l, r \in V^*$

S Startsymbol

Vokabular $V = N \cup T$

V^* beliebige Zeichenreihe inklusive ϵ (leeres Wort)

V^+ beliebige Zeichenreihe ohne ϵ

Grammatiken

Begriffe

Wort Zeichenreihe aus ausschließlich Terminalen

Phrase Zeichenreihe die durch Ableiten aus dem Startsymbol S erzeugt werden kann

Sprache Menge der terminalen Phrasen ($L(G)$)

Nichtterminal Symbol, das im endgültigen Wort nicht vorkommen darf (N)

Terminal Symbol, das im endgültigen Wort vorkommen darf (T)

Vokabular Menge der Terminale und Nichtterminale
 $V = T \cup N$

Beispiel

Beispiel

$G = (\{S, A, B, C\},$
 $\{a, b\},$
 $\{S \rightarrow ASA, S \rightarrow C, ACAA \rightarrow BC, C \rightarrow \epsilon, B \rightarrow b, A \rightarrow a\},$
 $S)$

Wie lautet die Sprache $L(G)$?

Beispiel

Beispiel

$G = (\{S, A, B, C\},$
 $\{a, b\},$
 $\{S \rightarrow ASA, S \rightarrow C, ACAA \rightarrow BC, C \rightarrow \epsilon, B \rightarrow b, A \rightarrow a\},$
 $S)$

Wie lautet die Sprache $L(G)$?

Lösung

$L(G) = \{a^{n+1}ba^n \mid n \geq 0\} \cup \{a^{2n} \mid n \geq 0\}$

Beispiel

Beispiel

$$G = (\{S, A, B\},$$
$$\{a, b\},$$
$$\{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\},$$
$$S)$$

Wie lautet die Sprache $L(G)$?

Beispiel

Beispiel

$$G = (\{S, A, B\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\}, \\ S)$$

Wie lautet die Sprache $L(G)$?

Lösung

$$L(G) = \{(a^{2n+1} | b^{2m}) | n \geq 1, m \geq 2\}$$

Wie sieht der Ableitungsbaum für „aaaaa“ aus?

Beispiel

Beispiel

$$L(G) = \{a^{2^n}b^n \mid n \geq 2\}$$

Wie lautet eine Grammatik G ?

Beispiel

Beispiel

$$L(G) = \{a^{2n}b^n \mid n \geq 2\}$$

Wie lautet eine Grammatik G ?

Lösung

$$G = (\{S\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aaSb \mid aaaabb\}, \\ S)$$

Darstellung

Darstellungsformen

- Quadrupel bzw. Mengenangabe
- Syntaxdiagramm
- EBNF

Syntaxdiagramm

- Graphische Darstellung einer Grammatik bzw. einer Regel
- Nichtterminale: Rechtecke
- Terminale: Ovale
- Verbindung durch Linien
- Alternativen durch Verzweigungen dargestellt

EBNF

EBNF

Erweiterte Backus-Naur-Form (kurz: EBNF)

Notation

- Startsymbol ist das erste Symbol
- \rightarrow wird zu $::=$
- Wiederholungen: $*$ (ab 0) oder $+$ (ab 1)
- Terminale in Anführungszeichen `' '`
- Optionale Teile in eckigen Klammern `[]`
- Alternativen durch `|` getrennt
- Mehrere Symbole mit `()` gruppiert
- ...

EBNF Beispiel

Grammatik

$$G = (\{S, A, B\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\}, \\ S)$$

Wie sieht die zugehörige EBNF aus?

EBNF Beispiel

Grammatik

$$G = (\{S, A, B\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\}, \\ S)$$

Wie sieht die zugehörige EBNF aus?

EBNF

$$S ::= 'a' A 'a' \mid 'b' B 'b'$$
$$A ::= 'a' A 'a' \mid 'a'$$
$$B ::= 'b' B 'b' \mid 'bb'$$

EBNF Beispiel

Grammatik

$$G = (\{S, A, B\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\}, \\ S)$$

Wie sieht die zugehörige EBNF aus?

EBNF

$$S ::= 'a' A 'a' \mid 'b' B 'b'$$
$$A ::= 'a' A 'a' \mid 'a'$$
$$B ::= 'b' B 'b' \mid 'bb'$$

„Bessere“ EBNF

$$S ::= 'a' ('aa')^+ \mid 'bb' ('bb')^+$$

Chomsky-Klassen

Chomsky-0 Unbeschränkte Grammatiken

Chomsky-1 Beschränkte Grammatiken:

Nur verlängernde Produktionen möglich: $A \rightarrow B$
mit $A, B \in V^+$ und $|A| \leq |B|$

Kontextsensitive Grammatiken:

$uAv \rightarrow urv$ mit $A \in N$, $u, v \in V^*$, $r \in V^+$

Chomsky-2 Kontextfreie Grammatiken:

Ausschließlich $A \rightarrow B$ mit $A \in N$, $B \in V^*$

Chomsky-3 Linkslinere Grammatiken (regulär):

Ausschließlich $A \rightarrow Ba$, $A \rightarrow a$, $A \rightarrow \epsilon$

Rechtslinere Grammatiken (regulär):

Ausschließlich $A \rightarrow aB$, $A \rightarrow a$, $A \rightarrow \epsilon$

mit $A, B \in N$, $a \in T$

Beispiel

Beispiel

$$G = (\{S, A, B\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\}, \\ S)$$
$$L(G) = \{(a^{2n+1} \mid b^{2m}) \mid n \geq 1, m \geq 2\}$$

In welcher Chomsky-Klasse liegt die Grammatik?

Beispiel

Beispiel

$$G = (\{S, A, B\}, \\ \{a, b\}, \\ \{S \rightarrow aAa \mid bBb, A \rightarrow aAa \mid a, B \rightarrow bBb \mid bb\}, \\ S)$$
$$L(G) = \{(a^{2n+1} \mid b^{2m}) \mid n \geq 1, m \geq 2\}$$

In welcher Chomsky-Klasse liegt die Grammatik?

Lösung

Chomsky-2 kontextfrei

NumberConverter

char

```
String test = "42";  
char x = test.charAt(0);  
System.out.println(x); // '4'
```

Buchstaben-Arithmetik

- $0_{ASCII} \hat{=} 48_{10}$, $9_{ASCII} \hat{=} 57_{10}$, a-f und A-F analog
- `man ascii`

```
char x = '4';  
// '0' - '9' (char) => 0-9 (int)  
int number = x - 48; // = 4
```

NumberConverter

Horner-Schema

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + b_0 = (\dots (a_n x + a_{n-1}) x + \dots) x + b_0$$

Umrechnung

- für das Dezimalsystem: $x = 10$
- für andere Basen analog

Floating point parser

```
int/char → String
```

```
String x = Character.toString((char) 97); // = "a"
```

ParserBase

- `getCurrent()`: gibt aktuelles Zeichen (als `int`) zurück
- `advance()`: geht ein Zeichen im String weiter

Floating point parser Grammatik

FloatingPointLiteral:

Digits . Digits_opt ExponentPart_opt FloatTypeSuffix_opt
. Digits ExponentPart_opt FloatTypeSuffix_opt
Digits ExponentPart FloatTypeSuffix_opt
Digits ExponentPart_opt FloatTypeSuffix

ExponentPart:

ExponentIndicator SignedInteger

ExponentIndicator: one of

e E

SignedInteger:

Sign_opt Digits

Sign: one of

+ -

FloatTypeSuffix: one of

f F d D

Fragen

Fragen?