

Informatik Q3 Abels



Chomsky-Hierarchie

Chomsky-Hierarchie

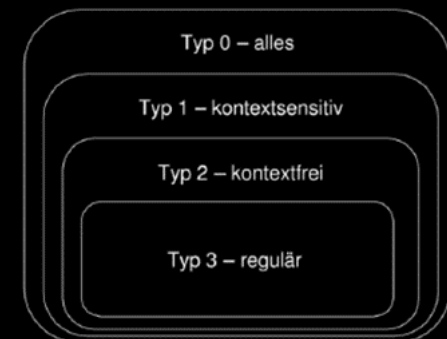


Der amerikanische Sprachwissenschaftler Noam Chomsky (*1928) veröffentlichte im Jahr 1957 ein Regelwerk, mit dem sich formale Sprachen klassifizieren lassen.

Chomsky-Hierarchie

Grammatik	Typ	Produktionsformen
allgemein	0	beliebig
kontextsensitiv	1	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
Kontextfrei	2	$A \rightarrow \alpha$
Regulär	3	$A \rightarrow a \mid a B$

$A, B \in N$; $a \in \Sigma$; $\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma)^*$; $\gamma \in (N \cup \Sigma)^* \setminus \{\varepsilon\}$



Chomsky-Hierarchie

Grammatik	Typ	Produktionsformen
allgemein	0	beliebig
kontextsensitiv	1	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
Kontextfrei	2	$A \rightarrow \alpha$
Regulär	3	$A \rightarrow a \mid a B$

$A, B \in N$; $a \in \Sigma$; $\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma)^*$; $\gamma \in (N \cup \Sigma)^* \setminus \{\varepsilon\}$

Jede Grammatik ist automatisch vom **Typ 0**. Bei Typ **0** sind den Produktionen keinerlei Einschränkungen auferlegt. Man spricht auch von allgemeinen Phasenstrukturgrammatiken.

Chomsky-Hierarchie

Grammatik	Typ	Produktionsformen
allgemein	0	beliebig
kontextsensitiv	1	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
Kontextfrei	2	$A \rightarrow \alpha$
Regulär	3	$A \rightarrow a \mid a B$

$A, B \in N$; $a \in \Sigma$; $\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma)^*$; $\gamma \in (N \cup \Sigma)^* \setminus \{\epsilon\}$

Eine Grammatik ist vom **Typ 1** oder **kontextsensitiv**, wenn bei allen Produktionen die Worte auf der rechten Seite mindestens so lange sind wie die Worte auf der linken Seite, d. h. für $u \rightarrow v$ gilt $|u| \leq |v|$.

Chomsky-Hierarchie

Grammatik	Typ	Produktionsformen
allgemein	0	beliebig
kontextsensitiv	1	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
Kontextfrei	2	$A \rightarrow \alpha$
Regulär	3	$A \rightarrow a \mid a B$

$A, B \in N$; $a \in \Sigma$; $\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma)^*$; $\gamma \in (N \cup \Sigma)^* \setminus \{\varepsilon\}$

Eine Grammatik ist vom **Typ 2** oder **kontextfrei**, wenn sie vom **Typ 1** ist und bei allen Produktionen die **linken Seiten** aus **einzelnen Variablen** bestehen.

Chomsky-Hierarchie

Grammatik	Typ	Produktionsformen
allgemein	0	beliebig
kontextsensitiv	1	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
Kontextfrei	2	$A \rightarrow \alpha$
Regulär	3	$A \rightarrow a \mid a B$

$A, B \in N$; $a \in \Sigma$; $\alpha, \beta \in (N \cup \Sigma)^*$; $\gamma \in (N \cup \Sigma)^* \setminus \{\epsilon\}$

Eine Grammatik ist vom **Typ 3** oder **regulär**, wenn sie vom **Typ 2** ist und alle rechten Seiten von Produktionen aus einem Terminal oder einem Terminal gefolgt von einem Nonterminal besteht (rechtsregulär).



Übung 1

Eine Grammatik $G = (N, \Sigma, S, P)$ ist wie folgt gegeben:

$$\Sigma = \{a, b, c, +, -, *, /, (,)\}$$

$$N = \{\langle \text{Ausdruck} \rangle, \langle \text{Term} \rangle, \langle \text{Faktor} \rangle\}$$

$$S = \{\langle \text{Ausdruck} \rangle\}$$

$$P: \langle \text{Ausdruck} \rangle \rightarrow \langle \text{Term} \rangle \mid \langle \text{Term} \rangle + \langle \text{Ausdruck} \rangle \mid \langle \text{Term} \rangle \mid \langle \text{Ausdruck} \rangle$$

$$\langle \text{Term} \rangle \rightarrow \langle \text{Faktor} \rangle \mid \langle \text{Faktor} \rangle * \langle \text{Term} \rangle \mid \langle \text{Faktor} \rangle / \langle \text{Term} \rangle$$

$$\langle \text{Faktor} \rangle \rightarrow a \mid b \mid c \mid (\langle \text{Ausdruck} \rangle)$$

Ordne die Grammatik in der Chomsky-Hierarchie ein.





Übung 1



$$G = (N, \Sigma, S, P)$$

$$\Sigma = \{a, b, c, +, -, *, /, (,)\}$$

$$N = \{\langle \text{Ausdruck} \rangle, \langle \text{Term} \rangle, \langle \text{Faktor} \rangle\}$$

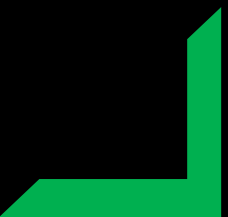
$$S = \{\langle \text{Ausdruck} \rangle\}$$

$$P: \langle \text{Ausdruck} \rangle \rightarrow \langle \text{Term} \rangle \mid \langle \text{Term} \rangle + \langle \text{Ausdruck} \rangle \mid \langle \text{Term} \rangle \mid \langle \text{Ausdruck} \rangle$$

$$\langle \text{Term} \rangle \rightarrow \langle \text{Faktor} \rangle \mid \langle \text{Faktor} \rangle * \langle \text{Term} \rangle \mid \langle \text{Faktor} \rangle / \langle \text{Term} \rangle$$

$$\langle \text{Faktor} \rangle \rightarrow a \mid b \mid c \mid (\langle \text{Ausdruck} \rangle)$$

- Typ 0: immer!
 - Typ 1: ja, denn rechts ist immer größer oder gleich links
 - Typ 2: ja, denn links sind immer einzelne Variablen
 - Typ 3: nein, denn rechts ist nicht immer Terminal oder Terminal + Variable
- ➔ Die Grammatik ist in der Chomsky-Hierarchie vom **Typ 2**, also **kontextfrei**.





Übung 2

Gegeben sei die Grammatik $G = (N, \Sigma, S, P)$ mit

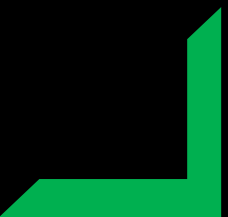
$$\Sigma = \{x, y, z\}$$

$$N = \{S, B\}$$

$$S = \{S\}$$

$$P = \{S \rightarrow xB \mid yB, B \rightarrow z \mid zB\}$$

Ordne die Grammatik in der Chomsky-Hierarchie ein.





Übung 2



$$G = (N, \Sigma, S, P)$$

$$\Sigma = \{x, y, z\}$$

$$N = \{S, B\}$$

$$S = \{S\}$$

$$P = \{S \rightarrow xB \mid yB, B \rightarrow z \mid zB\}$$

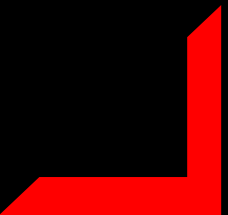
- Typ 0: immer!
 - Typ 1: ja, denn rechts ist immer größer oder gleich links
 - Typ 2: ja, denn links sind immer einzelne Variablen
 - Typ 3: ja, denn rechts ist immer Terminal oder Terminal + Variable
- Die Grammatik ist in der Chomsky-Hierarchie vom **Typ 3**, also **regulär**.





Tagebucheintrag

Chomsky-Hierarchie





Wochenübung

Die Forsyth-Edwards-Notation (kurz FEN) wird benutzt, um Schach-Spielzustände zu beschreiben. In der freien Enzyklopädie Wikipedia findet man die folgende Grammatik von FEN in EBNF:

```
FEN := Position " " Spieler " " Rochade " " en-passant " " Halbzüge " " Zugnummer
Position := Reihe "/" Reihe "/" Reihe "/" Reihe "/" Reihe "/" Reihe "/" Reihe "/" Reihe
Reihe := { Figur | Leerfelder }+
Figur := "p" | "r" | "n" | "b" | "q" | "k" | "P" | "R" | "N" | "B" | "Q" | "K"
Leerfelder := "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8"
Spieler := "w" | "b"
Rochade := "K" ["Q"] ["k"] ["q"] | "Q" ["k"] ["q"] | "k" ["q"] | "q" | "-"
en-passant := "-" | ( ("a"|"b"|"c"|"d"|"e"|"f"|"g"|"h") ("3"|"6") )
Halbzüge := positiveGanzeZahl
Zugnummer := positiveGanzeZahl
```

Die folgende Zeichenkette soll betrachtet werden:

8/1p1kpQ2/2np4/1p2b1BP/2q2p2/8/5PP1/5RK1 w - - 1 30

- Erkläre mit Hilfe der Grammatik, dass diese Zeichenkette einen Schach-Spielzustand in FEN korrekt beschreibt. Welche Bedeutung hat die vorgegebene Zeichenkette?
- Ordne die Grammatik in die Chomsky-Hierarchie ein.

