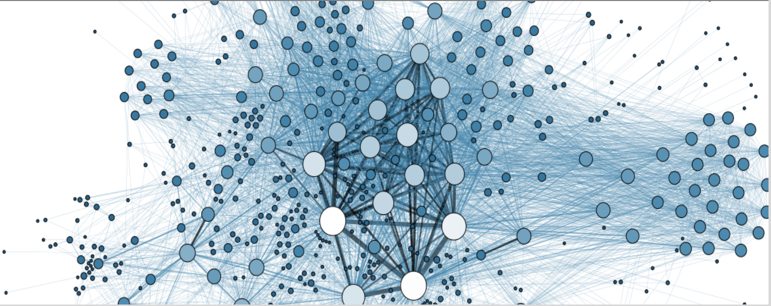
Grundbegriffe der Informatik

Tutorium 36 | 2.11.2017

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu
Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu



Maß für Information

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Die Zahl der verschiedenen mäglichen Nachrichten ist ein Maß für die Information einer Nachricht, wenn das Auftreten der Nachrichten gleichverteilt ist.

- Logarithmus naturalis: natural units (nat)
- Logarithmus zur Basis 10: Hartley (Hart)
- Logarithmus dualis: Shannon (Sh)

Mengen

Karlsruher Institut für Technologie

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Seien $A = \{1, 2, 3, 4\}$, $B = \{3.4.5.6.7\}$, $C = \{5, 6, 7\}$. Bestimme

- $A \cup B$
- $A \cup C$
- $A \cap B$
- $A \cap C$

sowie die Kardinalität dieser Mengen.

Mengen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Lösung:

- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $| A \cup B |= 7$

Mengen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Lösung:

- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $\mid A \cup B \mid= 7$
- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $\mid A \cup C \mid= 7$

Mengen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Lösung:

- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $\mid A \cup B \mid= 7$
- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $\mid A \cup C \mid= 7$
- $A \cap B = \{3, 4\}$ und $\mid A \cap B \mid= 2$

Mengen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Lösung:

- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $| A \cup B |= 7$
- $A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, \}$ und $| A \cup C |= 7$
- $A \cap B = \{3, 4\}$ und $| A \cap B |= 2$
- $A \cap C = \emptyset$ und $| \emptyset |= 0$

Mengen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Aufgabe aus WS16/17

Es seinen A,B und C Mengen. Beweisen oder widerlegen Sie:

$A \setminus (B \setminus C) = (A \setminus B) \setminus C$

Mengen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Aufgabe aus WS16/17

Es seinen A,B und C Mengen. Beweisen oder widerlegen Sie:
$A \setminus (B \setminus C) = (A \setminus B) \setminus C$

Widerlegung durch Gegenbeispiel

Seien $A = \{1, 2, 3\}$, $B = \{3, 4, 5\}$ und $C = \{3\}$. Dann ist
$\{1, 2, 3\} \setminus (\{3, 4, 5\} \setminus \{3\}) = \{1, 2, 3\} \setminus \{4, 5\} = \{1, 2, 3\} \neq$
$\{1, 2\} = \{1, 2\} \setminus \{3\} = (\{1, 2, 3\} \setminus \{3, 4, 5\}) \setminus \{3\}$

Mengenäquivalenz

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung
Wörter
Formale Sprachen

Zeigen Sie

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

Mengenäquivalenz

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Zeigen Sie

$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

- "$\subseteq$": Sei $x \in A \cup (B \cap C)$. Dann ist $x \in A$ oder $x \in (B \cap C)$

Mengenäquivalenz

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Zeigen Sie

$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

- “$\subseteq$”: Sei $x \in A \cup (B \cap C)$. Dann ist $x \in A$ oder $x \in (B \cap C)$
  - Falls $x \in A$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (A \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.

Mengenäquivalenz

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Zeigen Sie

$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

- "$\subseteq$": Sei $x \in A \cup (B \cap C)$. Dann ist $x \in A$ oder $x \in (B \cap C)$
  - Falls $x \in A$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (A \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.
  - Falls $x \in (B \cap C)$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (B \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.

Mengenäquivalenz

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Zeigen Sie

$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

- "$\subseteq$": Sei $x \in A \cup (B \cap C)$. Dann ist $x \in A$ oder $x \in (B \cap C)$
  - Falls $x \in A$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (A \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.
  - Falls $x \in (B \cap C)$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (B \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.
- "$\supseteq$": $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$. Dann liegt x in $(A \cup B)$ und $(A \cup C)$. Also liegt x entweder in A oder in (B und C). Folglich gilt $x \in A \cup (A \cap C)$.

Mengenäquivalenz

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Zeigen Sie

$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

- "$\subseteq$": Sei $x \in A \cup (B \cap C)$. Dann ist $x \in A$ oder $x \in (B \cap C)$
  - Falls $x \in A$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (A \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.
  - Falls $x \in (B \cap C)$, dann gilt auch $x \in (A \cup B)$ und $x \in (B \cup C)$. Also insbesondere $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$.
- "$\supseteq$": $x \in (A \cup B) \cap (A \cup C)$. Dann liegt x in $(A \cup B)$ und $(A \cup C)$. Also liegt x entweder in A oder in (B und C). Folglich gilt $x \in A \cup (A \cap C)$.
- Insgesamt ist also $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Mengen

Aufgabe aus WS16/17

Es sei M eine Menge und es seien $A \subseteq M$ und $B \subseteq M$. Beweisen Sie:
$M \setminus (A \cap B) = (M \setminus A) \cup (M \setminus B)$

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Mengen

Aufgabe aus WS16/17

Es sei M eine Menge und es seien $A \subseteq M$ und $B \subseteq M$. Beweisen Sie:
$M\backslash(A \cap B) = (M\backslash A) \cup (M\backslash B)$

- "$\subseteq$": Sei $x \in M\backslash(A \cap B)$. Dann ist $x \in M$ und $x \notin A$ oder $x \notin B$. Somit ist
  - $x \in M$ und $x \notin A$ oder
  - $x \in M$ und $x \notin B$.

  Also ist $x \in (M\backslash A)$ oder $(M\backslash B)$, folglich also $x \in (M\backslash A) \cup (M\backslash B)$.

Mengen

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.e

Aufgabe aus WS16/17

Es sei M eine Menge und es seien $A \subseteq M$ und $B \subseteq M$. Beweisen Sie: $M \backslash (A \cap B) = (M \backslash A) \cup (M \backslash B)$

- "$\subseteq$": Sei $x \in M \backslash (A \cap B)$. Dann ist $x \in M$ und $x \notin A$ oder $x \notin B$. Somit ist
  - $x \in M$ und $x \notin A$ oder
  - $x \in M$ und $x \notin B$.

  Also ist $x \in (M \backslash A)$ oder $(M \backslash B)$, folglich also $x \in (M \backslash A) \cup (M \backslash B)$.
- "$\supseteq$": Sei $x \in (M \backslash A) \cup (M \backslash B)$. Dann ist $x \in (M \backslash A)$ oder $x \in (M \backslash B)$. Somit ist
  - $x \in M$ und $x \notin A$ oder
  - $x \in M$ und $x \notin B$.

  Also ist $x \in M$, und $x \notin A$ oder $x \notin B$. Dann ist $x \in M$ und $x \notin (A \cap B)$, folglich also $x \in M \backslash (A \cap B)$.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Konkatenation

Durch Konkatenation werden einzelne Buchstaben aus einem Alphabet miteinander verbunden.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Konkatenation

Durch Konkatenation werden einzelne Buchstaben aus einem Alphabet miteinander verbunden.

- Symbol: $\cdot$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Konkatenation

Durch Konkatenation werden einzelne Buchstaben aus einem Alphabet miteinander verbunden.

- Symbol: $\cdot$, also zwei Buchstaben a und b miteinander konkateniert: $a \cdot b$.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Konkatenation

Durch Konkatenation werden einzelne Buchstaben aus einem Alphabet miteinander verbunden.

- Symbol: $\cdot$, also zwei Buchstaben a und b miteinander konkateniert: $a \cdot b$.
- Nicht kommutativ : $a \cdot b \neq b \cdot a$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Konkatenation

Durch Konkatenation werden einzelne Buchstaben aus einem Alphabet miteinander verbunden.

- Symbol: $\cdot$, also zwei Buchstaben a und b miteinander konkateniert: $a \cdot b$.
- Nicht kommutativ : $a \cdot b \neq b \cdot a$
- Aber assoziativ : $(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Konkatenation

Durch Konkatenation werden einzelne Buchstaben aus einem Alphabet miteinander verbunden.

- Symbol: $\cdot$, also zwei Buchstaben a und b miteinander konkateniert: $a \cdot b$.
- Nicht kommutativ : $a \cdot b \neq b \cdot a$
- Aber assoziativ : $(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$
- Kurzschreibweise : Ohne Punkte , also $a \cdot b = ab$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.

Sei $A := \{a, b, c\}$.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.
Sei $A := \{a, b, c\}$.

- Mögliche Worte:

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.
Sei $A := \{a, b, c\}$.

- Mögliche Worte: $w_1 := a \cdot b$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.
Sei $A := \{a, b, c\}$.

- Mögliche Worte: $w_1 := a \cdot b$, $w_2 = b \cdot c \cdot c$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.
Sei $A := \{a, b, c\}$.

- Mögliche Worte: $w_1 := a \cdot b$, $w_2 = b \cdot c \cdot c$, $w_3 = a \cdot c \cdot c \cdot b \cdot a$.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.
Sei $A := \{a, b, c\}$.

- Mögliche Worte: $w_1 := a \cdot b$, $w_2 = b \cdot c \cdot c$, $w_3 = a \cdot c \cdot c \cdot b \cdot a$.
- Keine möglichen Worte:

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wörter: Intuitivere Definition

Ein Wort w entsteht durch die Konkatenation durch Buchstaben aus einem Alphabet.

$\longrightarrow$ Also Abfolge von Zeichen über ein Alphabet A.
Sei $A := \{a, b, c\}$.

- Mögliche Worte: $w_1 := a \cdot b$, $w_2 = b \cdot c \cdot c$, $w_3 = a \cdot c \cdot c \cdot b \cdot a$.
- Keine möglichen Worte: d.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \to A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \rightarrow A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$

Wörter

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \to A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$
  $\mathbb{Z}_3 = \{0, 1, 2\}, \mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}, \mathbb{Z}_0 = \emptyset.$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Karlsruher Institut für Technologie

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \to A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$
  $\mathbb{Z}_3 = \{0, 1, 2\}, \mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}, \mathbb{Z}_0 = \emptyset$.
- Länge oder Kardinalität eines Wortes: $|w|$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \longrightarrow A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$
  $\mathbb{Z}_3 = \{0, 1, 2\}, \mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}, \mathbb{Z}_0 = \emptyset$.
- Länge oder Kardinalität eines Wortes: $|w|$. $|abcde| = 5$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \rightarrow A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$
  $\mathbb{Z}_3 = \{0, 1, 2\}, \mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}, \mathbb{Z}_0 = \emptyset$.
- Länge oder Kardinalität eines Wortes: $|w|$. $|abcde| = 5$.
- Wort $w = abdec$ als Relation aufgeschrieben:

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \to A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$
  $\mathbb{Z}_3 = \{0, 1, 2\}, \mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}, \mathbb{Z}_0 = \emptyset$.
- Länge oder Kardinalität eines Wortes: $|w|$. $|abcde| = 5$.
- Wort $w = abdec$ als Relation aufgeschrieben:
  $w = \{(0, a), (1, b), (2, d), (3, e), (4, c)\}$. Also
  $w(0) = a, w(1) = b, w(2) = d, \ldots$

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wörter: Abstraktere Definition

Ein Wort w über dem Alphabet A ist definiert als surjektive Abbildung $w : \mathbb{Z}_n \to A$. Dabei heißt n die Länge $|w|$ des Wortes.

- $\mathbb{Z}_n = \{i \in \mathbb{N} : 0 \leq i < n\}$
  $\mathbb{Z}_3 = \{0, 1, 2\}, \mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}, \mathbb{Z}_0 = \emptyset$.
- Länge oder Kardinalität eines Wortes: $|w|$. $|abcde| = 5$.
- Wort $w = abdec$ als Relation aufgeschrieben:
  $w = \{(0, a), (1, b), (2, d), (3, e), (4, c)\}$. Also
  $w(0) = a, w(1) = b, w(2) = d, \ldots$
  Damit sieht man auch: $|w| = |\{(0, a), (1, b), (2, d), (3, e), (4, c)\}| = 5$.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie

- Wort der Kardinalität 0?

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

- Wort der Kardinalität 0?

Das leere Wort

Das leere Wort ε ist definiert ein Wort mit Kardinalität 0 , also mit 0 Zeichen.

Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

- Wort der Kardinalität 0?

Das leere Wort

Das leere Wort ε ist definiert ein Wort mit Kardinalität 0 , also mit 0 Zeichen.

- Leere Wort wird interpretiert als “nicht sichtbar” und kann überall platziert werden

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

- Wort der Kardinalität 0?

Das leere Wort

Das leere Wort ε ist definiert ein Wort mit Kardinalität 0 , also mit 0 Zeichen.

- Leere Wort wird interpretiert als “nicht sichtbar” und kann überall platziert werden: $aabc = a\varepsilon abc = \varepsilon\varepsilon a\varepsilon bc\varepsilon$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

- Wort der Kardinalität 0?

Das leere Wort

Das leere Wort ε ist definiert ein Wort mit Kardinalität 0 , also mit 0 Zeichen.

- Leere Wort wird interpretiert als “nicht sichtbar” und kann überall platziert werden: $aabc = a\varepsilon abc = \varepsilon\varepsilon a\varepsilon bc\varepsilon$.
- $|\{\varepsilon\}|$

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

- Wort der Kardinalität 0?

Das leere Wort

Das leere Wort ε ist definiert ein Wort mit Kardinalität 0 , also mit 0 Zeichen.

- Leere Wort wird interpretiert als “nicht sichtbar” und kann überall platziert werden: $aabc = a\varepsilon abc = \varepsilon\varepsilon a\varepsilon bc\varepsilon$.
- $|\{\varepsilon\}| = 1$, die Menge ist nicht leer! Das leere Wort ist nicht *nichts*! (Vergleiche leere Menge)

Wörter

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

- Wort der Kardinalität 0?

Das leere Wort

Das leere Wort ε ist definiert ein Wort mit Kardinalität 0 , also mit 0 Zeichen.

- Leere Wort wird interpretiert als “nicht sichtbar” und kann überall platziert werden: $aabc = a\varepsilon abc = \varepsilon\varepsilon a\varepsilon bc\varepsilon$.
- $|\{\varepsilon\}| = 1$, die Menge ist nicht leer! Das leere Wort ist nicht *nichts*! (Vergleiche leere Menge)
- $|\varepsilon| = 0$.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$

Mehr über Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$, $A^2 = \{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$, $A^2 = \{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$.
  $A^1 = A$,

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$, $A^2 = \{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$.
  $A^1 = A$, $A^0 = \{\varepsilon\}$.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$, $A^2 = \{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$.
  $A^1 = A$, $A^0 = \{\varepsilon\}$.

Die Menge aller Wörter *beliebiger* Länge:

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$, $A^2 = \{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$.
  $A^1 = A$, $A^0 = \{\varepsilon\}$.

Die Menge aller Wörter *beliebiger* Länge:

- $A^* := \bigcup_{i \in \mathbb{N}_0} A_i$

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.e

Mehr über Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

A^n

Zu einem Alphabet A ist A^n definiert als die Menge aller Wörter der Länge n über dem Alphabet A.

- Nicht mit Mengenpotenz verwechseln!
- $A := \{a, b, c\}$, $A^2 = \{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$.
  $A^1 = A$, $A^0 = \{\varepsilon\}$.

Die Menge aller Wörter *beliebiger* Länge:

- $A^* := \bigcup_{i \in \mathbb{N}_0} A_i$
- $A := \{a, b, c\}$. $aa \in A^*$, $abcabcabc \in A^*$, $aaaa \in A^*$, $\varepsilon \in A^*$.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 =$

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$, $d^1 =$

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$, $d^1 = d$.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$, $d^1 = d$.
- $a^3 c^2 b^6$

Mehr über Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$, $d^1 = d$.
- $a^3c^2b^6 = aaaccbbbbbb$.

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$, $d^1 = d$.
- $a^3c^2b^6 = aaaccbbbbbb$.
- $b \cdot a \cdot (n \cdot a)^2$

Mehr über Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Wort Potenzen

Sich direkt wiederholende Teilworte kann man als Wortpotenz darstellen , daher $w_i^n = w_i \cdot w_i \cdots w_i$ (n $\times$ mal).

- $a^4 = aaaa$, $b^3 = bbb$, $c^0 = \varepsilon$, $d^1 = d$.
- $a^3c^2b^6 = aaaccbbbbbb$.
- $b \cdot a \cdot (n \cdot a)^2 = banana$.

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Sei A ein Alphabet.

Übung zu Wörter

1. Finde Abbildung $f : A^* \to A^*$, sodass für alle $w \in A^*$ gilt:
   $2 \cdot |w| = |f(w)|$.
2. Finde Abbildung $g : A^* \to A^*$, sodass für alle $w \in A^*$ gilt:
   $|w| + 1 = |g(w)|$.
3. Sind f, g injektiv und/oder surjektiv?

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übung zu Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Sei A ein Alphabet.

Übung zu Wörter

1. Finde Abbildung $f : A^* \to A^*$, sodass für alle $w \in A^*$ gilt: $2 \cdot |w| = |f(w)|$.
2. Finde Abbildung $g : A^* \to A^*$, sodass für alle $w \in A^*$ gilt: $|w| + 1 = |g(w)|$.
3. Sind f, g injektiv und/oder surjektiv?

1. $f : A^* \to A^*, w \mapsto w \cdot w$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Übung zu Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Sei A ein Alphabet.

Übung zu Wörter

1. Finde Abbildung $f : A^* \to A^*$, sodass für alle $w \in A^*$ gilt:
   $2 \cdot |w| = |f(w)|$.
2. Finde Abbildung $g : A^* \to A^*$, sodass für alle $w \in A^*$ gilt:
   $|w| + 1 = |g(w)|$.
3. Sind f, g injektiv und/oder surjektiv?

1. $f : A^* \to A^*, w \mapsto w \cdot w$.
2. $g : A^* \to A^*, w \mapsto w \cdot x, x \in A$.

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \longmapsto w \cdot w.$

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \longmapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \longmapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.

Übung zu Wörter

Karlsruher Institut für Technologie

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \longmapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.
   - f ist nicht surjektiv

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

1. $f : A^* \rightarrow A^*, w \mapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.
   - f ist nicht surjektiv, denn z.B. bildet nichts auf $x \in A$ ab (oder auf andere Wörter mit ungerader Anzahl an Buchstaben).

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.
   - f ist nicht surjektiv, denn z.B. bildet nichts auf $x \in A$ ab (oder auf andere Wörter mit ungerader Anzahl an Buchstaben).
2. $g : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot x, x \in A$.

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.
   - f ist nicht surjektiv, denn z.B. bildet nichts auf $x \in A$ ab (oder auf andere Wörter mit ungerader Anzahl an Buchstaben).
2. $g : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot x, x \in A$.
   - g ist injektiv.

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.
   - f ist nicht surjektiv, denn z.B. bildet nichts auf $x \in A$ ab (oder auf andere Wörter mit ungerader Anzahl an Buchstaben).
2. $g : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot x, x \in A$.
   - g ist injektiv.
   - g ist nicht surjektiv

Übung zu Wörter

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

1. $f : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot w$.
   - f ist injektiv, denn jedes w aus der Bildmenge wird von maximal einem Wort abgebildet.
   - f ist nicht surjektiv, denn z.B. bildet nichts auf $x \in A$ ab (oder auf andere Wörter mit ungerader Anzahl an Buchstaben).
2. $g : A^* \longrightarrow A^*, w \mapsto w \cdot x, x \in A$.
   - g ist injektiv.
   - g ist nicht surjektiv, denn z.B. bildet nichts auf ε ab.

Formale Sprache

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Formale Sprache

Karlsruher Institut für Technologie

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

Karlsruher Institut für Technologie

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel:

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Formale Sprache

Karlsruher Institut für Technologie

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, \ldots\}$
    $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, banananana, bananananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise?

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise? $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise? $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$
- Formale Sprachen sind also nicht zwangsweise endliche Mengen.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

Karlsruher Institut für Technologie

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$
    $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise?
    $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$
- Formale Sprachen sind also nicht zwangsweise endliche Mengen.
- Praktischeres Beispiel: $A := \{w : w \text{ ist ein ASCII Symbol }\}$.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$
    $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise?
    $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$
- Formale Sprachen sind also nicht zwangsweise endliche Mengen.
- Praktischeres Beispiel: $A := \{w : w \text{ ist ein ASCII Symbol }\}$.
  - $L_4 := \{class, if, else, while, for, ...\}$ ist eine formale Sprache über A.

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

Karlsruher Institut für Technologie

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise? $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$
- Formale Sprachen sind also nicht zwangsweise endliche Mengen.
- Praktischeres Beispiel: $A := \{w : w$ ist ein ASCII Symbol $\}$.
  - $L_4 := \{class, if, else, while, for, ...\}$ ist eine formale Sprache über A.
  - $L_5 := \{w : w = a \cdot b$ mit a als Großbuchstabe und b als Groß- oder Kleinbuchstabe $\}$

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Formale Sprache

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise? $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$
- Formale Sprachen sind also nicht zwangsweise endliche Mengen.
- Praktischeres Beispiel: $A := \{w : w \text{ ist ein ASCII Symbol }\}$.
  - $L_4 := \{class, if, else, while, for, ...\}$ ist eine formale Sprache über A.
  - $L_5 := \{w : w = a \cdot b \text{ mit } a \text{ als Großbuchstabe und } b \text{ als Groß- oder Kleinbuchstabe }\} \setminus L_4$

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Formale Sprache

Karlsruher Institut für Technologie

- Was war nochmal A^*? Menge aller Wörter *beliebiger* Länge über Alphabet A.

Formale Sprache

Eine Formale Sprache L über einem Alphabet A ist eine Teilmenge $L \subseteq A^*$.

- Zufälliges Beispiel: $A := \{b, n, a\}$.
  - $L_1 := \{ban, baan, nba, aa\}$ ist eine mögliche formale Sprache über A.
  - $L_2 := \{banana, bananana, banananana, ...\}$ $= \{w : w = bana(na)^k, k \in \mathbb{N}\}$ auch.
  - $L_3 := \{ban, baan, baaan, ...\}$ auch. Andere Schreibweise? $L_3 = \{w : w = ba^k n, k \in \mathbb{N}\}$
- Formale Sprachen sind also nicht zwangsweise endliche Mengen.
- Praktischeres Beispiel: $A := \{w : w \text{ ist ein ASCII Symbol}\}$.
  - $L_4 := \{class, if, else, while, for, ...\}$ ist eine formale Sprache über A.
  - $L_5 := \{w : w = a \cdot b$ mit a als Großbuchstabe und b als Groß- oder Kleinbuchstabe $\} \backslash L_4$ ist eine formale Sprache von korrekten Klassennamen in Java.

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

$$A := \{a, b\}$$

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort *ab* enthalten?

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort ab enthalten?
  - Was passiert wenn ein solches Wort ein a enthält?

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort ab enthalten?
    - Was passiert wenn ein solches Wort ein a enthält? Dann keine b's mehr!

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort *ab* enthalten?
  - Was passiert wenn ein solches Wort ein a enthält? Dann keine b's mehr!
  - $L = \{w_1 \cdot w_2 : w_1 \in \{b\}^* \text{ und } w_2 \in \{a\}^*\}$

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort *ab* enthalten?
  - Was passiert wenn ein solches Wort ein a enthält? Dann keine b's mehr!
  - $L = \{w_1 \cdot w_2 : w_1 \in \{b\}^* \text{ und } w_2 \in \{a\}^*\}$
  - Andere Möglichkeit

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort ab enthalten?
  - Was passiert wenn ein solches Wort ein a enthält? Dann keine b's mehr!
  - $L = \{w_1 \cdot w_2 : w_1 \in \{b\}^* \text{ und } w_2 \in \{a\}^*\}$
  - Andere Möglichkeit: Suche Wörter mit ab und nehme diese Weg.

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort *ab* enthalten?
  - Was passiert wenn ein solches Wort ein a enthält? Dann keine b's mehr!
  - $L = \{w_1 \cdot w_2 : w_1 \in \{b\}^* \text{ und } w_2 \in \{a\}^*\}$
  - Andere Möglichkeit: Suche Wörter mit *ab* und nehme diese Weg.
  - $L = \{a, b\}^*$

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

$A := \{a, b\}$

- Sprache L aller Wörter über A, die nicht das Teilwort *ab* enthalten?
  - Was passiert wenn ein solches Wort ein *a* enthält? Dann keine *b*'s mehr!
  - $L = \{w_1 \cdot w_2 : w_1 \in \{b\}^* \text{ und } w_2 \in \{a\}^*\}$
  - Andere Möglichkeit: Suche Wörter mit *ab* und nehme diese Weg.
  - $L = \{a, b\}^* \setminus \{w_1 \cdot ab \cdot w_2 : w_1, w_2 \in \{a, b\}^*\}$

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Übung zu formalen Sprachen

Sei $A := \{a, b\}$, $B := \{0, 1\}$.

Aufgabe zu formalen Sprachen

1. Sprache $L_1 \subseteq A^*$ von Wörtern, die mindestens drei b's enthalten.
2. Sprache $L_2 \subseteq A^*$ von Wörtern, die gerade Zahl von a's enthält.
3. Sprache $L_3 \subseteq B^*$ von Wörtern, die, interpretiert als Binärzahl eine gerade Zahl sind.

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab, uxhdf@student.kit.edu, Lukas Bach, lukas.bach@student.kit.edu

Sei $A := \{a, b\}$, $B := \{0, 1\}$.

Aufgabe zu formalen Sprachen

1. Sprache $L_1 \subseteq A^*$ von Wörtern, die mindestens drei b's enthalten.
2. Sprache $L_2 \subseteq A^*$ von Wörtern, die gerade Zahl von a's enthält.
3. Sprache $L_3 \subseteq B^*$ von Wörtern, die, interpretiert als Binärzahl eine gerade Zahl sind.

1. $L_1 = \{w = w_1 b w_2 b w_3 b w_4 : w_1, w_2, w_3, w_4 \in A^*\}$

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Sei $A := \{a, b\}$, $B := \{0, 1\}$.

Aufgabe zu formalen Sprachen

1. Sprache $L_1 \subseteq A^*$ von Wörtern, die mindestens drei b's enthalten.
2. Sprache $L_2 \subseteq A^*$ von Wörtern, die gerade Zahl von a's enthält.
3. Sprache $L_3 \subseteq B^*$ von Wörtern, die, interpretiert als Binärzahl eine gerade Zahl sind.

1. $L_1 = \{w = w_1 b w_2 b w_3 b w_4 : w_1, w_2, w_3, w_4 \in A^*\}$
2. $L_2 = \{w = (w_1 a w_2 a w_3)^* : w_1, w_2, w_3 \in \{b\}^*\}$

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Sei $A := \{a, b\}$, $B := \{0, 1\}$.

Aufgabe zu formalen Sprachen

1. Sprache $L_1 \subseteq A^*$ von Wörtern, die mindestens drei b's enthalten.
2. Sprache $L_2 \subseteq A^*$ von Wörtern, die gerade Zahl von a's enthält.
3. Sprache $L_3 \subseteq B^*$ von Wörtern, die, interpretiert als Binärzahl eine gerade Zahl sind.

1. $L_1 = \{w = w_1 b w_2 b w_3 b w_4 : w_1, w_2, w_3, w_4 \in A^*\}$
2. $L_2 = \{w = (w_1 a w_2 a w_3)^* : w_1, w_2, w_3 \in \{b\}^*\}$ (Ist da ε drin?)

Grundbegriffe der Informatik

Übung zu formalen Sprachen

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen

Sei $A := \{a, b\}$, $B := \{0, 1\}$.

Aufgabe zu formalen Sprachen

1. Sprache $L_1 \subseteq A^*$ von Wörtern, die mindestens drei b's enthalten.
2. Sprache $L_2 \subseteq A^*$ von Wörtern, die gerade Zahl von a's enthält.
3. Sprache $L_3 \subseteq B^*$ von Wörtern, die, interpretiert als Binärzahl eine gerade Zahl sind.

1. $L_1 = \{w = w_1 b w_2 b w_3 b w_4 : w_1, w_2, w_3, w_4 \in A^*\}$
2. $L_2 = \{w = (w_1 a w_2 a w_3)^* : w_1, w_2, w_3 \in \{b\}^*\}$ (Ist da ε drin?)
3. $L_3 = \{w = w \cdot 0 : w \in B^*\}$

Grundbegriffe der Informatik

Maximilian Staab,
uxhdf@student.kit.edu,
Lukas Bach,
lukas.bach@student.kit.ed

Wiederholung und Übung

Wörter

Formale Sprachen