

NAME DES DOZENTEN: Sauer/Trancón Widemann



Klausur: I140 – AUTOMATENTHEORIE UND FORMALE SPRACHEN

QUARTAL: II/2021

Name des Prüflings: _____

Matrikelnummer: _____

Zenturie: _____

Dauer: 90 Minuten

Seiten der Klausur **ohne** Deckblatt: 6

Datum: 19.4.2021

Hilfsmittel: Infoblatt zur Klausur (siehe separates PDF), NORDAKADEMIE Taschenrechner.

Bemerkungen:

- Verwenden Sie zur Lösung der Aufgaben leere, bereitliegende Blätter.
- Schreiben Sie auf jedes Blatt Ihren Namen, Ihre Matrikelnummer und die Seitennummer.
- Kennzeichnen Sie jede Ihrer Lösungen mit der Aufgabennummer.

Es sind 90 Punkte erreichbar.

Zum Bestehen der Klausur sind 45 Punkte ausreichend.

Viel Erfolg!

Aufgabe	Erreichbare Punkte	Erreichte Punkte
1	17	
2	18	
3	12	
4	13	
5	15	
6	15	
Summe	90	

Note: _____ Prozentsatz: _____ Ergänzungsprüfung: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____

1. Gemischte Fragen

- (1.1) Gegeben sei ein Alphabet Σ . Was ist $P(\Sigma^*)$ und welche Eigenschaften besitzt $P(\Sigma^*)$ bzgl. der Kardinalität? (2)

Potenzmenge Σ^* (alle Wörter + ϵ), jedes Element mit jedem verbunden

- (1.2) Welche beiden Eigenschaften muss ein Automat besitzen, damit er endlich ist? (2)

$|\Sigma| + |\Sigma| \neq \infty$

Zustände & Alphabet nicht unendlich

- (1.3) Geben Sie eine Funktion len zur Bestimmung der Länge eines Wortes inklusive ihres Definitions- und Wertebereichs (gemäß üblicher mengentheoretischer Funktionsvorschrift), einer rekursiven Funktionsdefinition sowie eines beispielhaften Funktionsaufrufs an. (5)

$len(aw) = len(w) + 1$

$\Sigma^* \rightarrow \mathbb{N}_0, len(\epsilon) = 0$

- (1.4) Erläutern Sie informell den wesentlichen Unterschied zwischen ϵ -EA und NEA. (1)

NEA - nichtdeterm. feste Übergangswerte (mehrere möglich)

ϵ -EA - leeres Wort führt zu spontanübergang möglich

- (1.5) Sind ϵ -EA oder NEA mächtiger? Warum? Zur Verschaltung von Automaten gleichmächtig ϵ EA können in NEA umgewandelt werden, (2)

NEA ist ϵ -Autom, können beide gleichen Sprachen verarbeiten

- (1.6) Geben Sie zwei wesentliche Unterschiede zwischen Endlichen Automaten und Transduktoren an. Transduktoren haben Ausgabealphabet, -funktion (2)

Transduktoren haben keine Finalzustände

- (1.7) Worin besteht der Unterschied zwischen Mealy- und Moore-Maschinen? Beschreiben Sie den Unterschied erst verständlich in eigenen Worten und dann formal. (3)

Ausgabe bei Mealy an Kante, bei Moore an Zustand
 /
 Zustands-
 übergang

2. Transformation NEA in DEA

Gegeben ist ein Nichtdeterministischer Endlicher Automat durch seine Zustandsübergangsfunktion:

$$\begin{array}{llll} \delta(s_0, a) = \{s_0, s_1\} & \delta(s_1, a) = \{s_2\} & \delta(s_2, a) = \{s_2\} & \delta(s_3, b) = \{s_3, s_4\} \\ \delta(s_0, b) = \{s_3\} & \delta(s_1, c) = \{s_3\} & \delta(s_2, c) = \{s_4\} & \delta(s_4, c) = \{s_4\} \end{array}$$

Außerdem sei s_0 der einzige Start- und s_4 der einzige akzeptierende Endzustand.

(2.1) Zeichnen Sie den Graphen dieses NEAs. (2)

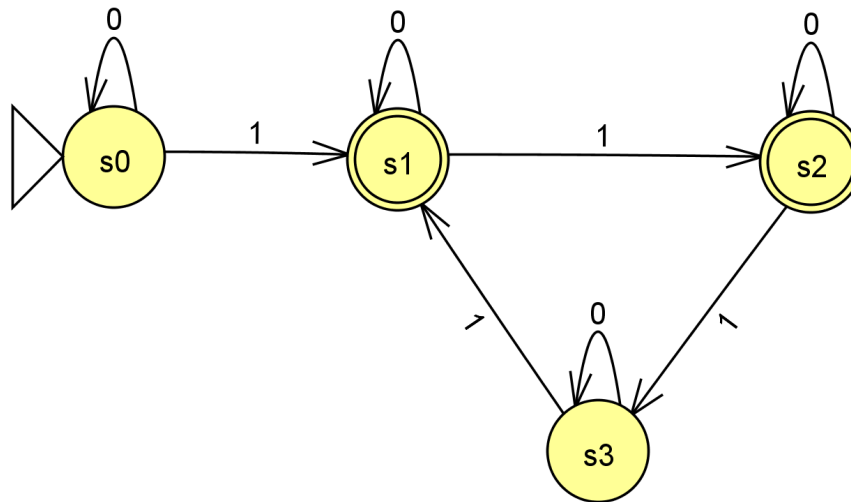
(2.2) Geben Sie alle akzeptierten Wörter der Länge 3 in lexikographischer Ordnung an. (3)

(2.3) Transformieren Sie den NEA in einen DEA unter Verwendung der Tabellendarstellung. (10)

(2.4) Zeichnen Sie den Graphen des DEAs. (3)

3. EA minimieren

Gegeben ist ein Automat durch seine grafische Darstellung:



- (3.1) Welche Voraussetzung muss für einen Endlichen Automaten gelten, damit er mit dem Markierungsalgorithmus minimiert werden kann? Wie kann jeder beliebige Automat so transformiert werden, dass er diese Voraussetzung erfüllt? (2)
- (3.2) Prüfen Sie, ob der gegebene Automat die Voraussetzung erfüllt, und minimieren Sie ihn. (6)
- (3.3) Zeichnen Sie den minimalen Automaten. (2)
- (3.4) Geben Sie die formale Darstellung des Automaten als Quintupel inklusive der Zustandsüberföhrungsfunktion an. (2)

4. Beziehungen zwischen EA, Typ-3-Grammatiken und Regulären Ausdrücken

Ein Motorradhersteller verwendet folgendes Schema für die Modellbezeichnungen seiner Produktpalette:

- Jede Bezeichnung beginnt mit einer Folge von einem oder mehreren der Buchstaben x, y oder z, wobei Wiederholungen erlaubt sind.
- Darauf folgen
 - entweder ein Bindestrich und eine Ziffer und ein weiterer solcher Buchstabe,
 - oder aber eine Folge von Ziffern, die leer sein darf.

- (4.1) Geben Sie für die Sprache der Modellbezeichnungen einen Regulären Ausdruck an. Teilausdrücke können benannt werden, um Wiederholungen zu vermeiden. (3)

$$\text{REXP} = \{(x|y|z)^+ \circ ((- \circ (0-9) \circ (x|y|z)) | ((0-9)|\epsilon))\}$$

- (4.2) Zeichnen Sie das Diagramm eines EA, der die Sprache der Modellbezeichnungen akzeptiert. (3)

- (4.3) Geben Sie die Produktionsregeln einer Typ-3-Grammatik an, die die Sprache der Modellbezeichnungen erzeugt. Dabei soll zur Vereinfachung als Buchstabe nur x und als Ziffer nur 1 berücksichtigt werden. Geben Sie an, ob Ihre Grammatik rechts- oder linkslinear ist. (4)

$G = \{Z, N, P, S\}$ ^{rechts-}
 $P = \{S \rightarrow xA, A \rightarrow xB, B \rightarrow (- \circ 1 \circ x) | C, C \rightarrow 1C | \epsilon\}$

- (4.4) Zeigen Sie die Gültigkeit des Wortes $xx1x$ durch eine Ableitung mit Ihrer Grammatik. (3)

$$S \Rightarrow xA \Rightarrow xx$$

5. Typ-2-Grammatiken

Gegeben ist eine kontextfreie Sprache $L = \{w \in \{a, b, c\}^* \mid w = a^i b^j c b^j a^i\}; i, j \geq 1$.

(5.1) Geben Sie eine beliebige Typ-2-Grammatik für die Sprache L formal vollständig an. (5)

$$G = \{\Sigma, N, P, S\}$$

(5.2) Wandeln Sie die Grammatik in Chomsky-Normalform um. Sie müssen nur die geänderte Menge P der Produktionen angeben. (5)

(5.3) Erstellen Sie einen Kellerautomaten für die Sprache L und geben Sie *entweder* seine grafische Notation *oder* das formale Septupel an. (5)

6. Pumping-Lemma

In allen Teilaufgaben soll eine natürliche Zahl $n \in \mathbb{N}_0$ als a^n dargestellt werden.

Beispiel: 4 entspricht $aaaa$.

- (6.1) Zeigen Sie, dass das Pumping-Lemma für Typ-3-Sprachen für die Sprache L_1 aller natürlichen Zahlen, die kleiner als eine bestimmte Grenze sind (z. B. $\{0, 1, 2, 3, 4\}$ bei der Grenze 5), gilt. (3)
- (6.2) Zeigen Sie, dass das Pumping-Lemma für Typ-3-Sprachen für die Sprache L_2 aller natürlichen Zahlen gilt. (5)
- (6.3) Zeigen Sie, dass das Pumping-Lemma für Typ-3-Sprachen für die Sprache L_3 aller natürlichen Zahlen, die Primzahlen sind, *nicht* gilt. (7)