Harald Ganzinger
Jürgen Stuber

Saarbrücken, 28.2.97

# Klausur Informatik III

Als Hilfsmittel zugelassen sind beliebige Bücher und Notizen, keine Rechner. Alle in der Vorlesung und in den Übungen bewiesenen Sätze dürfen benutzt werden. Es gibt 6 Aufgaben mit insgesamt 130 Punkten. Du hast drei Stunden Zeit.

**Aufgabe 1 (10P)**
Gegeben sei der nichtdeterministische endliche Automat $M = (Z, \Sigma, \delta, S, E)$ mit $Z = \{z_0, z_1, z_2, z_3\}$, $\Sigma = \{a, b\}$, $S = \{z_0, z_1\}$, $E = \{z_1\}$,

$$\begin{array}{llll} \delta(z_0, a) = \{z_3\}, & \delta(z_1, a) = \{z_3\}, & \delta(z_2, a) = \{z_2\}, & \delta(z_3, a) = \{z_1, z_2\}, \\ \delta(z_0, b) = \{z_0, z_2\}, & \delta(z_1, b) = \{z_3\}, & \delta(z_2, b) = \{z_3\}, & \delta(z_3, b) = \{z_0, z_3\}. \end{array}$$

(a) Zeichne den Automaten.
(b) Konstruiere den dazu äquivalenten deterministischen Automaten.
(c) Minimiere den deterministischen Automaten.

**Aufgabe 2 (15P)**
Sei $\Sigma = \{a, b\}$ und $L$ das Komplement von $\{a^m(bb)^n \mid m \neq n\}$. Bestimme eine kontextfreie Grammatik in Chomsky-Normalform für $L \setminus \varepsilon$. Gib Ableitungsbäume für die Wörter $abbab$ und $aabbbb$ an.

**Aufgabe 3 (15P)**
Konstruiere eine Turingmaschine, die die Funktion $n \mapsto n + 3$ berechnet. Dabei sollen die Zahlen auf dem Band in Binärdarstellung kodiert sein. Gib die Konfigurationenfolge für die Eingabe $n = 6$ an.

**Aufgabe 4 (60P)**
Ordne die folgenden Sprachen bzw. Probleme möglichst genau in eine der folgenden Sprachklassen ein: Alle Sprachen, semi-entscheidbare, entscheidbare, kontextsensitive, kontextfreie, deterministisch kontextfreie, oder reguläre Sprachen. Zeige also, daß die Sprache in einer Sprachklasse enthalten ist, aber nicht in der nächstkleineren.

(a) $L_1 = \{w \mid w \in \{0, \ldots, 9\}^+$ und $w$ als Dezimalzahl gelesen ist durch 3 teilbar$\}$ (10P)
(b) $L_2 = \{w \mid w \in \{(, )\}^*$ und $w$ ist korrekte Klammerung$\}$ (20P)
(c) $L_3 = \{w \mid M_w$ erzeugt, gestartet auf dem leeren Band, irgendwann zwei gleiche Zeichen nebeneinander$\}$ (15P)
(d) $L_4 = \{w \mid T(M_w) \cap L = \emptyset\}$, wobei $L \neq \emptyset$ eine feste entscheidbare Sprache sei. (15P)

**Aufgabe 5 (20P)**
Sei $L \in P$. Zeige $L^* \in P$.

**Aufgabe 6 (10P)**
Das Problem *TEILGRAPH-ISOMORPHISMUS* ist wie folgt definiert:

Gegeben sind zwei Graphen $G_1 = (V_1, E_1)$ und $G_2 = (V_2, E_2)$. Gefragt ist, ob $G_1$ isomorph zu einem Teilgraphen von $G_2$ ist, d.h. ob es einen Graphen $G_2' = (V_2', E_2')$ mit $V_2' \subseteq V_2$ und $E_2' \subseteq E_2$ und eine bijektive Funktion $\pi : V_1 \to V_2'$ gibt, mit $(v, v') \in E_1$ genau dann, wenn $(\pi(v), \pi(v')) \in E_2'$.
Zeige, daß *TEILGRAPH-ISOMORPHISMUS* NP-vollständig ist.