Prüfung zur Vorlesung „Compilerbau“

WS 2021/22 / 14. Februar 2022

Vorname: ______________________________

Nachname: ______________________________

Matrikelnummer: ______________________________

Aufgabe	Punktzahl	Erreicht
1	10	
2	12	
3	12	
4	6	
5	10	
6	0	
Σ	50	

Generelle Hinweise:

- Prüfungsdauer: **60 Minuten**. Die Prüfung findet als Take-Home-Exam von **9 bis 10 Uhr** statt.
- Die Lösungen müssen mit der Hand geschrieben werden. Schreiben Sie bitte deutlich. Unleserliche Lösungen sind ungültig.
- Es ist nicht notwendig, die Klausur auszudrucken: Sie können Ihre Lösungen gerne auf eigene (einfarbig weiße, linierte oder karierte) DIN-A4-Blätter schreiben.
- Notieren Sie bitte **auf jedem Blatt**, das Sie verwenden, Ihren **Namen**, Ihre **Matrikelnummer** und die **Aufgabe**, die Sie bearbeiten.
- Die fertigen Lösungen **scannen oder fotografieren** Sie. Achten Sie auf gute Lesbarkeit. Wir empfehlen die kostenlose App Adobe Scan zum Einscannen der Seiten. Senden Sie bitte Ihre Lösungen im PDF-Format.
- Die Benutzung eines Tablets zur Anfertigung Ihrer handgeschriebenen Lösungen ist leider nicht erlaubt!
- Der Name der PDF muss die folgende Form haben:
  Nachname_Vorname_Matrikelnummer.pdf oder
  Nachname Vorname Matrikelnummer.pdf
- Ihre Lösungen müssen bis **spätestens 10:20 Uhr** am 14. Februar 2022 (heute) bei der folgenden Adresse ankommen: michael.figelius@uni-siegen.de
- Zusammen mit Ihren Lösungen schicken Sie eine ausgefüllte und unterschriebene Erklärung über die eigenständige Erbringung der Prüfungsleistung.
- Alle Hilfsmittel sind erlaubt bis auf die Hilfestellung durch eine andere Person.
- Bei absoluten Notfällen können Sie uns unter folgender Telefonnummer erreichen:
  [redacted]
  Wir können nicht garantieren, dass diese Nummer auch stets erreichbar ist.

Zur Erinnerung:

Definition. *Sei $k \in \mathbb{N}$. Eine Grammatik $G = (N, \Sigma, P, S)$ heißt* LL(k)-Grammatik, *wenn für jede Linkssatzform $S \to^* wA\beta$, wobei $w \in \Sigma^*$, $A \in N$ und $\beta \in (\Sigma \cup N)^*$ gilt: Für jedes Paar von Produktionen $A \to \alpha_1, A \to \alpha_2 \in P$ mit $\alpha_1 \neq \alpha_2$ gilt, dass* $\mathrm{First}_k(\alpha_1\beta) \cap \mathrm{First}_k(\alpha_2\beta) = \emptyset$.

Aufgabe 1. (10 Punkte) Beantworten Sie die folgenden Fragen. Jede Teilaufgabe bringt Ihnen bei vollständiger und korrekter Beantwortung zwei Punkte.

(1) Was ist die Aufgabe eines Compilers? Welchen Input bzw. Output hat ein Parser?

(2) Sei $e = r_1 \cdot r_2 \cdots r_n$ ein regulärer Ausdruck, wobei $\cdot$ die Konkatenation bezeichne und $n \geq 1$ ist. Sei $F_i = \text{first}[e_i]$ $(1 \leq i \leq n)$ die Menge der ersten Blätter des regulären Ausdrucks $e_i = r_1 \cdots r_i$. Welche Mengenbeziehung gilt bzgl. der F_i? *Hinweis:* Betrachten Sie den passenden Syntaxbaum.

(3) Geben Sie eine kontextfreie Grammatik an, die mehr produktive als erreichbare Nichtterminale besitzt.

(4) Sei $G = (\{S, A, B, C\}, \{a, b, c\}, \{S \to ABC, A \to a, B \to b, C \to BAc\}, S)$ eine kontextfreie Grammatik. Bestimmen Sie die Kardinalität der Übergangsrelation δ des Shift-Reduce-Parsers $M_G^{(1)}$.

(5) Sei G eine reduzierte kontextfreie Grammatik mit n Terminalsymbolen. Angenommen jede der $n + 1$ Spalten der (starken) Vorausschautabelle hat genau einen Eintrag (eine Produktion). Ist G dann stark $LL(1)$? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 2. (12 Punkte) Sei $r \in \mathcal{E}_{\{a,b\}}$ mit $r = ab^* \mid a^+$. Konstruieren Sie den Berry-Sethi-Automaten zu r. Geben Sie für jeden Teilausdruck die Werte der Funktionen empty, first, last und next an.

Aufgabe 3. (12 Punkte) Sei $G = (N, \{[,], a, *, +\}, P, S)$, wobei $N = \{S, A, B, C\}$ und P gegeben ist durch

$$\begin{aligned} S &\to [ABC] \mid \varepsilon \\ A &\to a{*}a \mid B{*}C{+} \\ B &\to {+}aC{*} \\ C &\to [A{*}B] \mid A{*}B \end{aligned}$$

(a) Geben Sie $\mathrm{First}_1(X)$ für jedes $X \in N$ an.

(b) Geben Sie $\mathrm{Follow}_1(X)$ für jedes $X \in N$ an.

(c) Geben Sie die Vorausschautabelle für stark LL(1) an.

Aufgabe 4. (6 Punkte) Gegeben sei folgende Übergangsfunktion eines DFAs:

	0	1	2	3	4	5
a	1	4	4	4	4	3
b	2	3	4	1	4	4

Wenden Sie das Displacement-Verfahren an, um eine Übergangstabelle mit nur einer Zeile zu erhalten. Geben Sie die displacement-Funktion sowie die resultierende Tabelle inklusive der valid-Zeile an. Wählen Sie den Default-Wert sinnvoll.

Aufgabe 5. (10 Punkte) Sei $G = (N, \{a, b, c\}, P, A)$, wobei $N = \{A, B, C\}$ und P gegeben ist durch:

$$\begin{aligned} A &\to cBA \mid ba \\ B &\to Aab \mid BCc \\ C &\to CAb \mid \varepsilon \end{aligned}$$

Berechnen Sie $\text{Follow}_1(X)$ für alle $X \in N$ mit dem Algorithmus aus der Vorlesung. Stellen Sie dazu das Ungleichungssystem auf und vereinfachen Sie dieses so weit wie möglich. Die Werte für $\text{Follow}_1(X)$ nach jedem Schritt dürfen Sie in einer Tabelle festhalten, wobei Sie in der ersten Spalte (Schritt 0) $\text{Follow}_1(A) = \{\varepsilon\}$ und $\text{Follow}_1(B) = \text{Follow}_1(C) = \emptyset$ initialisieren. Ferner dürfen Sie folgenden Informationen benutzen:

$$\begin{aligned} \text{First}_1(A) &= \{b, c\} \\ \text{First}_1(B) &= \{b, c\} \\ \text{First}_1(C) &= \{\varepsilon, b, c\} \end{aligned}$$

Aufgabe 6. (6 Punkte (Bonus)) Sei $G = (\{S, A, B, C\}, \{a, b, *\}, P, S)$, wobei P gegeben ist durch:

$$
\begin{aligned}
S &\to aaBb \mid abAb \\
A &\to aB \mid C \\
B &\to bA \mid C \\
C &\to *abba \mid CS
\end{aligned}
$$

Geben Sie eine LL(1)-Grammatik G' an mit $L(G') = L(G)$.