2. Übungsblatt zu Informatik 1 WS 98/99

Andreas Rossberg, Prof. Gert Smolka

Abgabe: 6. November 1998 vor der Vorlesung

Hinweis: Es gilt für alle Aufgaben die Definition von Micro ML. Infix-Notation darf aber verwendet werden. Die Programme der Aufgaben 2.1 und 2.3 bitte nicht schriftlich abgeben, sondern per Email an die Übungsgruppenleiter schicken.

Aufgabe 1.6: Nochmal Syntaktische Fehler (2 Punkte)

(*Wer diese Aufgabe bereits letzte Woche bearbeitet hat, muss dies nicht noch einmal tun.*)

Welche Fehler stecken in den folgenden Deklarationen?

(a) `fun a(b,c,d) = if b < c then d(b,c) else d+c+b`

(b) `fun b(c,e,f) = 4*c + 3*b(2,d,5) + f*e`

(c) `fun c(d,e) = if d > d then 3*d*e else c(d)+1`

(d) `fun d(e,f) = if e = 0 then if f = e then e+f else e-f`

Aufgabe 2.1: Grösster gemeinsamer Teiler (3 Punkte)

Aus der Schule dürfte Ihnen der Begriff des grössten gemeinsamen Teilers (ggT) zweier positiver Zahlen bekannt sein:

$$\mathrm{ggT}(m,n) \quad = \quad \max\{k \geq 0 \mid k \text{ teilt } m \text{ und } k \text{ teilt } n\}$$

Folgende Gleichungen gelten für $m, n > 0$:

$$\begin{array}{lcll} \mathrm{ggT}(m,m) & = & m & \\ \mathrm{ggT}(m,n) & = & \mathrm{ggT}(m-n,n) & \text{falls } m > n \\ \mathrm{ggT}(m,n) & = & \mathrm{ggT}(m,n-m) & \text{falls } m < n \end{array}$$

Man kann also die Berechnung des ggTs zweier positiver Zahlen auf den ggT kleinerer Zahlen zurückführen. Nutzen Sie diese Beobachtung, um eine rekursive Prozedur `ggT(m,n)` zu schreiben. Überzeugen Sie uns anschliessend davon, dass Ihre Prozedur korrekt ist, indem Sie die Auswertungsschritte von `ggT(325,247)` im Ersetzungsmodell angeben.

Aufgabe 2.2: Infix-Notation (2 Punkte)

Stellen Sie folgende Ausdrücke ohne Infix-Notation (also nur mit `op+`, `op-` und `op*`) dar:

(a) `4*a + f(3+b,4)*3`

(b) `2*(x-5) + (y-1)*(y+1)`

(c) `10*h(p+q)*r - 5*(p*q)`

(d) `a + f(b) - c - d*e`

Aufgabe 2.3: Binomialkoeffizient (2 Punkte)

Schreiben Sie eine rekursive Prozedur `binomial(n,k)`, die für nicht-negative `n` und `k` den Binomialkoeffizienten $\binom{n}{k}$ ("n über k") berechnet. Verwenden Sie dazu die Formeln

$$\binom{n}{0} = 1, \qquad \binom{0}{k} = 0, \qquad \binom{n}{k} = \frac{n \cdot \binom{n-1}{k-1}}{k}$$

Hinweis: Benutzen sie die Prozedur `quot` aus Aufgabe 1.2.

Aufgabe 2.4: Lexikalische Analyse (2 Punkte)

Zerlegen Sie folgende Zeichenfolgen in Wortfolgen. Geben Sie für jedes Wort an, zu welcher Klasse (reserviertes Wort, Konstante, oder Identifikator) es gehört. Beachten Sie, dass jeweils die längstmöglichen Wörter gebildet werden müssen.

(a) `falwty((23),((tower)))`

(b) `op-22 ~34<= ()~ 52 plus op+`

(c) `Else Kling > else kling ; berta griese < bERTA gRIeSe`

(d) `ix34 33iy32iz 21if 22if20`

Aufgabe 2.5: Mehrdeutige Grammatiken (5 Punkte)

Folgende kontextfreie Grammatik G_1 sei definiert:

$$\begin{array}{lcl} c & ::= & 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid \ldots \\ a & ::= & c \mid a_1 + a_2 \mid a_1 - a_2 \mid a_1 * a_2 \end{array}$$

(a) Wieviele Möglichkeiten gibt es mit dieser Grammatik, einen Ableitungsbaum für den Ausdruck "$1 + 2 + 3$" anzugeben? Zeichnen Sie die entsprechenden Bäume.

(b) Welche Ableitungsbäume gibt es für "$1 - 2 - 3$"? Was ist der Unterschied zwischen den verschiedenen Darstellungen, wenn man die Auswertung betrachtet? Welche der Darstellungen ist die linksassoziative?

(c) Wieviele Ableitungsbäume hat der Ausdruck "$2 + 3 * 1$", wenn die bekannte 'Punkt-vor-Strich'-Regel *nicht* gilt, d.h. + und * mit gleicher Stärke binden? Zeichnen Sie die entsprechenden Bäume. Welche davon sind gültig, wenn 'Punkt vor Strich' verlangt wird?

(d) Betrachten Sie die abgewandelte Grammatik G_2:

$$\begin{array}{lcl} c & ::= & 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid \ldots \\ a' & ::= & c \mid a' * c \\ a & ::= & a' \mid a + a' \mid a - a' \end{array}$$

Definiert G_2 für a dieselben Ausdrücke wie G_1? Ist G_2 eindeutig? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

Aufgabe 2.6: Syntax von Konstanten (3 Punkte)

(a) Geben Sie eine kleine kontextfreie Grammatik an, die die Syntax der Konstanten von Micro ML beschreibt. Sie brauchen dazu drei Nonterminale: z für einzelne Ziffern, w für Folgen von Ziffern, und c für die letztendlichen Konstanten.

(b) Wandeln Sie Ihre Grammatik so ab, dass führende Nullen ausgeschlossen werden. Tip: Sie benötigen ein weiteres Nonterminal.