

1. Napište co nejobecnější typ funkce f . Náповěda: typ proměnné a se dá odvodit z kontextu, přesné typy proměnných b , c a d neznáte, proto použijte parametrický polymorfismus. Měli byste nějak reflektovat to, že c je použito jako parametr funkce b a že výsledek volání funkce f je buď $b(c)$ nebo d .

$$f(a, b, c, d) = \text{if } a \text{ then } b(c) \text{ else } d \quad (1)$$

2. Rozšířte definici funkce m (implementující rozpoznávání regulárních výrazů) o případ $m(r \times n, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, k)$ tak, aby výraz $r \times n$ byl, neformálně řečeno, syntaktická zkratka za

$$\underbrace{r \cdot r \cdot \dots \cdot r}_n, \quad \text{kde } n \geq 0. \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{RegExp} ::= & \epsilon \\ & A \\ & \text{RegExp} \cdot \text{RegExp} \\ & \text{RegExp} + \text{RegExp} \\ & \text{RegExp} \times N \end{aligned} \quad (3)$$

$$A^\perp = A^* \cup \{\perp\} \quad (4)$$

$$m : \text{RegExp} \times A^\perp \times (A^\perp \rightarrow A^\perp) \rightarrow A^\perp \quad (5)$$

$$m(r, \perp, k) = k(\perp) \quad (6)$$

$$m(\epsilon, \langle \rangle, k) = k(\langle \rangle) \quad (7)$$

$$m(\epsilon, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, k) = k(\langle a_1, \dots, a_n \rangle) \quad (8)$$

$$m(a, \langle \rangle, k) = k(\perp) \quad (9)$$

$$m(a, \langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle, k) = k(\langle a_2, \dots, a_n \rangle) \quad \text{pokud } a = a_1 \quad (10)$$

$$m(a, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, k) = k(\perp) \quad \text{pokud } a \neq a_1 \quad (11)$$

$$m(r_1 \cdot r_2, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, k) = m(r_1, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, \lambda x. m(r_2, x, k)) \quad (12)$$

$$\begin{aligned} m(r_1 + r_2, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, k) &= m(r_1, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, \\ &\lambda x. \text{if } k(x) = \langle \rangle \text{ then } \langle \rangle \text{ else } m(r_2, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, k)) \end{aligned} \quad (13)$$

$$\text{match} : \text{RegExp} \times A^* \rightarrow \text{Boolean} \quad (14)$$

$$\text{match}(r, \langle a_1, \dots, a_n \rangle) = \text{true} \quad \text{pokud } m(r, \langle a_1, \dots, a_n \rangle, \lambda x. x) = \langle \rangle \quad (15)$$

$$\text{match}(r, \langle a_1, \dots, a_n \rangle) = \text{false} \quad \text{jinak} \quad (16)$$

3. Nadefinujte funkci *doWhile* tak, aby vrátila akci, která reprezentuje do...while cyklus. Pozor: v tomto cyklu se podmínka testuje až po provedení těla cyklu, každý do...while cyklus proto proběhne alespoň jednou.

$$doWhile : (State \rightarrow State) \times (State \rightarrow Bool) \rightarrow (State \rightarrow State) \quad (17)$$

$doWhile(body, condition) =$

4. Průnik typů A a B , značený $A \cap B$, je typ, jehož instance mají zároveň typ A i B . Formálně:

$$\frac{e : A \quad e : B}{e : A \cap B}. \quad (18)$$

Rozhodněte, zda platí $A <: A \cap B$ nebo $A \cap B <: A$ (případně oboje). Svoje tvrzení dobře zdůvodněte. Náповěda: zamyslete se nad subsumpcí.

5. Napište definici konfluencce a dokažte konfluenci relace \Rightarrow definované níže.

$$\begin{aligned} Expr ::= & Num \mid \\ & \Delta Expr \mid \\ & Expr \odot Expr \end{aligned} \quad (19)$$

$$\frac{}{\Delta n \Rightarrow -n} \quad (20)$$

$$\frac{}{n \odot n' \Rightarrow n + n'} \quad (21)$$

$$\frac{e \Rightarrow e'}{\Delta e \Rightarrow \Delta e'} \quad (22)$$

$$\frac{e_1 \Rightarrow e'}{e_1 \odot e_2 \Rightarrow e' \odot e_2} \quad (23)$$

$$\frac{e_2 \Rightarrow e'}{e_1 \odot e_2 \Rightarrow e_1 \odot e'} \quad (24)$$