

Programowanie 2009 Programming 2009

Egzamin rozszerzony Extended exam

30 czerwca 2009 June 30, 2009

Czas trwania egzaminu: 180 minut. Oceny:

Duration of the exam: 180 minutes. Grades:

punkty/points	ocena/grade
0–14	2.0
15–17	3.0
18–20	3.5
21–23	4.0
24–26	4.5
27–30	5.0

Zadanie 1 (10 pkt). Do zbioru instrukcji języka „While” dodajemy deklaracje zmiennych lokalnych postaci

Problem 1 (10 p). We add local variable declarations of the following form to the set of instructions of the “While” language

`var  $x = a$  in  $c$`

Aby wykonać powyższą instrukcję należy obliczyć wartość wyrażenia arytmetycznego a , przydzielić komórkę pamięci dla zmiennej x , zainicjować ją wartością wyrażenia a , wykonać instrukcję c i zwolnić pamięć przydzieloną dla zmiennej x . Zadać semantykę denotacyjną tej instrukcji (2 pkt.). Podaj reguły semantyki naturalnej (2 pkt.) i strukturalnej semantyki operacyjnej (6 pkt.) dla tej instrukcji.

To execute the instruction above one has to compute the value of the expression a , allocate a memory cell for the variable x , initialize it with the value of the expression a , execute the instruction c , and release the memory allocated for the variable x . Define the denotational semantics of this instruction (2 p.). Give rules of the natural semantics (2 p.), and structural operational semantics (6 p.) for this instruction.

Zadanie 2 (10 pkt). Rozważmy sygnaturę złożoną z symboli $0/0$, $'/1$ i $+ /2$. Niech

Problem 2 (10 p). Consider a signature consisting of symbols $0/0$, $'/1$ and $+ /2$. Let

$$\begin{aligned} E_1 &= \{x + y' = (x + y)', x + 0 = x\}, \\ E_2 &= \{x + y' = x' + y, x + 0 = x\}. \end{aligned}$$

Udowodnij, że algebry początkowe dla zbiorów równości E_1 i E_2 są izomorficzne.

Prove that the initial algebras for the sets of equations E_1 and E_2 are isomorphic.

Zadanie 3 (10 pkt). Rozważmy rachunek lambda z typami prostymi nad pojedynczym typem bazowym o :

Problem 3 (10 p). Consider the simply typed lambda calculus over a single base type o :

$$\begin{array}{c} \tau ::= o \mid \tau_1 \rightarrow \tau_2 \\ \hline \frac{}{x^\tau : \tau} \quad \frac{t_1 : \tau_2 \rightarrow \tau_1 \quad t_2 : \tau_2}{t_1 t_2 : \tau_1} \quad \frac{t : \tau_2}{\lambda x^{\tau_1}. t : \tau_1 \rightarrow \tau_2} \end{array}$$

i dziedzicznie skończoną strukturę typów $\mathfrak{M}_2$ nad zbiorem dwuelementowym $\{0, 1\}$. Wskaż elementy zbioru $\llbracket (o \rightarrow o) \rightarrow o \rightarrow o \rrbracket$, które są denotacjami zamkniętych lambda wyrażeń (7 pkt.). Opisz postać zamkniętych lambda wyrażeń w postaci normalnej typu $((o \rightarrow o) \rightarrow o) \rightarrow o$ (3 pkt.).

and the hereditarily finite type structure $\mathfrak{M}_2$ over the two-element set $\{0, 1\}$. Indicate elements of the set $\llbracket (o \rightarrow o) \rightarrow o \rightarrow o \rrbracket$ which are denotations of closed lambda terms (7 p.). Describe the shape of closed lambda terms in normal form of type $((o \rightarrow o) \rightarrow o) \rightarrow o$ (3 p.).