

# Semantyka języków programowania

II UW r 2013/14

## Lista zadań nr 4

Na ćwiczenia 5 listopada 2013

**Zadanie 1.** Udowodnij, że dla dowolnej instrukcji języka **IMP**,  $\langle c, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'$  wtedy i tylko wtedy, gdy  $\langle c, \sigma \rangle \Rightarrow^* \sigma'$ . Możesz założyć równoważność semantyki małych i wielkich kroków dla wyrażeń języka **IMP**.

**Zadanie 2.** Rozważmy instrukcję lokalnie definiującą zmienną:

let  $X = a$  in  $c$ .

Intuicyjna semantyka tej instrukcji jest następująca. Najpierw liczona jest wartość wyrażenia  $a$ , która zostaje przypisana zmiennej  $X$ . W tak zmodyfikowanym stanie wykonywana jest instrukcja  $c$ . Po zakończeniu jej wykonania zmiennej  $X$  przywracana jest jej pierwotna wartość.

1. Podaj semantykę naturalną instrukcji let  $X = a$  in  $c$ .
2. Podaj semantykę małych kroków instrukcji let  $X = a$  in  $c$ . Postaraj się nie wprowadzać żadnych konstrukcji pomocniczych.

**Zadanie 3.** Rozważmy język **IMP** rozszerzony o wyjątki. Niech **Exc** będzie (bliżej niezdefiniowaną) kategorią syntaktyczną nazw wyjątków, z metazmienną  $e$ . Rozszerzamy składnię abstrakcyjną języka o instrukcję rzucania wyjątków (**throw**  $e$ ) oraz ich obsługi (**try**  $c$  **catch**  $\{e_1 : c_1 \dots e_n : c_n\}$ ,  $n \geq 0$ ):

$$c ::= \dots \mid \text{throw } e \mid \text{try } c \text{ catch } \{e_1 : c_1 \dots e_n : c_n\}$$

Wykonanie instrukcji **try**  $c$  **catch**  $\{e_1 : c_1 \dots e_n : c_n\}$  polega na wykonaniu instrukcji  $c$ , a następnie na zareagowaniu na wynik tego wykonania: jeżeli  $S$  nie zgłasza nieobsłużonych wyjątków, to wynik jej wykonania jest wynikiem wykonania całej instrukcji **try**; jeżeli  $c$  zgłasza nieobsłużony dotąd wyjątek  $e_i$ , to zostaje on przechwycony i wykonana zostaje odpowiadająca mu instrukcja  $c_i$  obsługująca go; jeżeli zgłoszonego wyjątku nie ma na liście obsługiwanych wyjątków, to jest on propagowany. Rzucony w wyniku wykonania instrukcji **throw**  $e$  wyjątek  $e$  powoduje zignorowanie wszystkich pozostałych

do wykonania instrukcji aż do najbliższej (w sensie zagnieżdżenia) instrukcji obsługującej  $e$ , o ile taka występuje.

Zadaj strukturalną semantykę operacyjną małych kroków języka **IMP** z wyjątkami.

**Zadanie 4.** Zadaj semantykę naturalną oraz strukturalną semantykę operacyjną małych kroków instrukcji

$$\text{for } x := a_0 \text{ to } a_1 \text{ do } c$$

(o intuicyjnej, celowo niesprecyzowanej, semantyce: powtarzaj  $c$  dla  $x$  od wartości  $a_0$  do wartości  $a_1$ ).

**Zadanie 5.** Niech  $R$  będzie zbiorem reguł wnioskowania. Regułę

$$\frac{J_1 \dots J_n}{J}$$

gdzie  $J_1 \dots J_n$  ( $n \geq 0$ ) są przesłankami, a  $J$  konkluzją, nazywamy wyprowadzalną z  $R$ , jeżeli dla dowolnych instancji  $J_1 \dots J_n$  i  $J$  istnieje wyprowadzenie  $J$  z  $J_1 \dots J_n$  przy użyciu reguł z  $R$ . Na przykład, przy definicji liczb naturalnych:

$$\frac{}{0 : \text{Nat}} \quad \frac{n : \text{Nat}}{S(n) : \text{Nat}}$$

regułą wyprowadzalną jest

$$\frac{n : \text{Nat}}{S(S(n)) : \text{Nat}}$$

Regułę nazywamy dopuszczalną, jeżeli zawsze gdy jej przesłanki  $J_1 \dots J_n$  są wyprowadzalne przy użyciu reguł  $R$  to konkluzja  $J$  również jest wyprowadzalna. Na przykład, regułą dopuszczalną jest:

$$\frac{S(n) : \text{Nat}}{n : \text{Nat}}$$

Udowodnij, że

1. jeżeli  $r$  jest regułą wyprowadzalną z  $R$  i  $J$  ma wyprowadzenie przy użyciu reguł  $R \cup \{r\}$ , to ma też wyprowadzenie przy użyciu reguł  $R$ .
2. jeżeli  $r$  jest regułą dopuszczalną z  $R$  i  $J$  ma wyprowadzenie przy użyciu reguł  $R \cup \{r\}$ , to ma też wyprowadzenie przy użyciu reguł  $R$ .