Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Análisis de Lenguajes de Programación

Trabajo Práctico 1

Autor:
Pablo Antuña
Lautaro Garavano

17 de septiembre de 2022

Ejercicio 1

Las únicas reglas que cambiamos son las de *intexp* el resto quedan igual que el enunciado

Sintaxis Abstracta

$$
\begin{array}{rcl}
intexp & ::= & nat \\
& | & var \\
& | & -_u \ intexp \\
& | & intexp \ + \ intexp \\
& | & intexp \ -_b \ intexp \\
& | & intexp \ \times \ intexp \\
& | & intexp \ \div \ intexp \\
& | & var \ = \ intexp \\
& | & intexp \ , \ intexp
\end{array}
$$

Sintaxis Concreta

$$
\begin{array}{rcl}
intexp & ::= & nat \\
& | & var \\
& | & `-\text{'} \ intexp \\
& | & intexp \ `+\text{'} \ intexp \\
& | & intexp \ `-\text{'} \ intexp \\
& | & intexp \ `*\text{'} \ intexp \\
& | & intexp \ `/\text{'} \ intexp \\
& | & `(\text{'} \ intexp \ `)\text{'} \\
& | & var \ `=\text{'} \ intexp \\
& | & intexp \ `,\text{'} \ intexp
\end{array}
$$

Ejercicio 2

Hecho en AST.hs.

Ejercicio 3

Hecho en Parser.hs.

Ejercicio 4

$$
\frac{\langle e_1, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle v_1, \sigma' \rangle \quad \langle e_2, \sigma' \rangle \Downarrow_{exp} \langle v_2, \sigma'' \rangle}{\langle e_1, e_2, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle v_2, \sigma'' \rangle} \ \textsc{ESeq}
$$

$$
\frac{\langle e, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle v, \sigma' \rangle}{\langle x = e, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle v, \sigma'[x : e] \rangle} \ \textsc{EAssgn}
$$

Ejercicio 5

Queremos ver que si $t \rightsquigarrow t'$ y $t \rightsquigarrow t''$ entonces $t' = t''$

Demostración. Procedemos a demostrarlo por inducción estructural en `Comm`.

- Si $t =$ skip, no podemos aplicar ninguna regla, lo cual demuestra el determinismo en este caso.
- Si nuestro término tiene la forma $v = e$, siendo e una expresión entera, la única regla que podemos aplicar es Ass. Por el determinismo de $\Downarrow_{exp}$, sabemos que $\langle e, \sigma\rangle$ evalúa a un único $\langle n, \sigma'\rangle$. Concluimos entonces que la única derivación posible es la aplicación de Ass, utilizando como premisa que $\langle e, \sigma\rangle \Downarrow_{exp} \langle n, \sigma'\rangle$
- Si $t =$ Seq $t1$ $t2$, Tenemos dos reglas que podemos aplicar. Si $t1 =$ skip, podemos aplicar únicamente Seq1. En cualquier otro caso, podemos aplicar únicamente Seq2. Esto es posible ya que $t1$, al no ser skip, puede ser evaluado al menos un paso más. Tomando como premisa que dicha evaluación es determinista, concluimos que podemos aplicar la regla Seq2 de una única manera.
- Si $t =$ IfThenElse e $t1$ $t2$, podemos utilizar el determinismo de $\Downarrow_{exp}$ para afirmar que e evalúa a un único valor booleano, con un estado σ'. Este valor booleano puede ser exclusivamente `true` o `false`. En el caso de ser `true`, sólo podemos aplicar IF1. En caso contrario, sólo podemos aplicar IF2.
- Si $t =$ Repeat $t1$ e, la única regla aplicable es Repeat. Esta regla sólo se puede aplicar de una manera, por lo cual se comporta de manera determinista.

□

Ejercicio 6

Queremos probar que:

$$\langle x = y = 1; \textbf{repeat } x = x - y \textbf{ until } x == 0, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 2]\rangle \rightsquigarrow^* \langle \textbf{skip}, [[\sigma \mid x : 0] \mid y : 1]\rangle$$

Demostración. Comencemos por llamar

$$\boldsymbol{\omega} := \textbf{repeat } x = x - y \textbf{ until } x == 0$$

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{}{\langle 1, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 2]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 1, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 2]\rangle}\ \text{NVal}}{\langle y = 1, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 2]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 1, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 1]\rangle}\ \text{EAssgn}}{\langle x = y = 1, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 2]\rangle \rightsquigarrow \langle skip, [[\sigma \mid x : 1] \mid y : 1]\rangle}\ \text{Ass}}{\langle x = y = 1; \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \mid x : 2] \mid y : 2]\rangle \rightsquigarrow \langle skip; \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \mid x : 1] \mid y : 1]\rangle}\ \text{Seq2}$$

Como sabemos también que

$$\dfrac{}{\langle skip; \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \mid x : 1] \mid y : 1]\rangle \rightsquigarrow \langle \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \mid x : 1] \mid y : 1]\rangle}\ \text{Seq1}$$

Entonces tenemos

$$\langle x = y = 1; \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 2] \,|\, y : 2]\rangle \rightsquigarrow^* \langle \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle$$

Ahora sólo debemos probar que

$$\langle \textbf{repeat}\ x = x - y\ \textbf{until}\ x == 0, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \rightsquigarrow^* \langle \textbf{skip}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle$$

Por la regla de Repeat, sabemos que

$$\begin{gathered}\langle \textbf{repeat}\ x = x - y\ \textbf{until}\ x == 0, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \\ \wr \\ \langle x = x - y;\ \textbf{if}\ x == 0\ \textbf{then skip else}\ \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle\end{gathered}$$

Ahora vemos que

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{}{\langle x, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 1, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle}\ \textsc{Var} \quad \dfrac{}{\langle y, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 1, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle}\ \textsc{Var}}{\langle x - y, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 0, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle}\ \textsc{Minus}}{\langle x = x - y, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \rightsquigarrow \langle skip, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle}\ \textsc{Ass}$$

Y por la regla Seq2, tenemos que

$$\begin{gathered}\langle x = x - y;\ \textbf{if}\ x == 0\ \textbf{then skip else}\ \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 1] \,|\, y : 1]\rangle \\ \wr \\ \langle skip;\ \textbf{if}\ x == 0\ \textbf{then skip else}\ \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle\end{gathered}$$

Y por Seq1

$$\begin{gathered}\langle skip;\ \textbf{if}\ x == 0\ \textbf{then skip else}\ \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle \\ \wr \\ \langle\ \textbf{if}\ x == 0\ \textbf{then skip else}\ \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle\end{gathered}$$

Tenemos entonces

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{}{\langle x, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 0, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle}\ \textsc{Var} \quad \dfrac{}{\langle 0, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle \Downarrow_{exp} \langle 0, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle}\ \textsc{NVal}}{\langle x == 0, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle \Downarrow_{exp} \langle \textbf{true}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle}\ \text{EQ}}{\langle\ \textbf{if}\ x == 0\ \textbf{then skip else}\ \boldsymbol{\omega}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle \rightsquigarrow \langle \textbf{skip}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle}\ \text{IF1}$$

Por la transitividad de la relación $\rightsquigarrow^*$, concluimos que

$$\langle x = y = 1; \textbf{repeat}\ x = x - y\ \textbf{until}\ x == 0, [[\sigma \,|\, x : 2] \,|\, y : 2]\rangle \rightsquigarrow^* \langle \textbf{skip}, [[\sigma \,|\, x : 0] \,|\, y : 1]\rangle$$

$\square$

Ejercicio 7

Hecho en Eval1.hs.

Ejercicio 8

Hecho en Eval2.hs.

Ejercicio 9

Hecho en Eval3.hs.

Ejercicio 10

En la gramática abstracta agregamos la regla

$$comm \quad ::= \quad \texttt{for}\ intexp\ boolexp\ intexp\ comm$$

Y en la semántica operacional, introducimos la regla

$$\frac{\langle e_1, \sigma\rangle \Downarrow_{exp} \langle v, \sigma'\rangle}{\langle \text{for } e_1\ e_2\ e_3\ c, \sigma\rangle \rightsquigarrow \langle \text{if } e_2 \text{ then repeat } c;\ \text{if } e_3 == 0 \text{ then skip else skip until } \neg e_2 \text{ else skip}, \sigma'\rangle}\ \textsc{For}$$