TP1: Lenguaje Imperativo Simple

Grillo (G-5811/4), Libonati (L-3256/5), Maiza (M-7116/1)

17/09/24

EJERCICIO 1

Sintaxis abstracta

$$\begin{aligned} \text{intexp} ::= &\ ... \\ &\mid \text{intexp} ++ \\ &\mid \text{intexp} -- \end{aligned}$$

Sintaxis concreta

$$\begin{aligned} \text{intexp} ::= &\ ... \\ &\mid \text{intexp '+' '+'} \\ &\mid \text{intexp '-' '-'} \end{aligned}$$

EJERCICIO 4

$$\frac{x \in dom\ \sigma}{\langle x++, \sigma\rangle \Downarrow_{exp} \langle\ \sigma\ x+1, [\sigma \mid x :\ \sigma\ x+1]\rangle}\ VARINC$$

$$\frac{x \in dom\ \sigma}{\langle x--, \sigma\rangle \Downarrow_{exp} \langle\ \sigma\ x-1, [\sigma \mid x :\ \sigma\ x-1]\rangle}\ VARDEC$$

EJERCICIO 5

Queremos ver que si $t \rightsquigarrow t'$ y $t \rightsquigarrow t''$, entonces $t' = t''$.
Para ello haremos inducción sobre la derivación $t \rightsquigarrow t'$.

HI) para toda subderivación de $t \rightsquigarrow t'$ se verifica dicha propiedad.

Si la última derivación de $t \rightsquigarrow t'$ usa la regla:

- ASS: Tenemos que t tiene la forma $\langle v = e, \sigma\rangle$ y t' tiene la forma $\langle skip, [\sigma' \mid v : n]\rangle$. Por la forma de t, en la derivación $t \rightsquigarrow t''$ la última regla aplicada solo puede haber sido ASS, ya que no hay otra regla donde t pueda ser una asignación. Luego, como $\Downarrow_{exp}$ es determinista, resulta $t' = t''$.
- SEQ_1: Tenemos que t tiene la forma $\langle skip; c_1, \sigma\rangle$ y t' tiene la forma $\langle c_1, \sigma\rangle$. Por la forma de t, en la derivación $t \rightsquigarrow t''$ la última regla aplicada solo puede haber sido SEQ_1, ya que no hay otra regla donde t pueda ser una secuenciación con un skip. Luego, $t' = t''$.
- SEQ_2: Tenemos que t tiene la forma $\langle c_0; c_1, \sigma\rangle$ y t' tiene la forma $\langle c_0'; c_1, \sigma'\rangle$. Por la forma de t, la última derivación en $t \rightsquigarrow t''$ debe ser aplicando la regla SEQ_2, donde la forma de t" es $\langle c_0''; c_1, \sigma''\rangle$. Nuestra HI es que si $\langle c_0, \sigma\rangle \rightsquigarrow \langle c_0', \sigma'\rangle$ y $\langle c_0, \sigma\rangle \rightsquigarrow \langle c_0'', \sigma''\rangle$, entonces $\langle c_0', \sigma'\rangle = \langle c_0'', \sigma''\rangle$. Luego por HI, $t' = \langle c_0'; c_1, \sigma'\rangle = \langle c_0''; c_1, \sigma''\rangle = t''$
- IF_1: Tenemos que t tiene la forma $\langle \textbf{if}\ b\ \textbf{then}\ c_0\ \textbf{else}\ c_1, \sigma\rangle$ y t' tiene la forma $\langle c_0, \sigma'\rangle$. Por la forma de t, la última regla aplicada en la derivación $t \rightsquigarrow t''$ debe ser IF_1, ya que, como $\Downarrow_{exp}$ es determinista, $\langle b, \sigma'\rangle \Downarrow_{exp} \langle true, \sigma'\rangle$. Por lo tanto, debe ser $t' = t''$.

- IF_2: Tenemos que t tiene la forma $\langle \textbf{if } b \textbf{ then } c_0 \textbf{ else } c_1, \sigma \rangle$ y t' tiene la forma $\langle c_1, \sigma' \rangle$. Por la forma de t, la última regla aplicada en la derivación $t \rightsquigarrow t''$ debe ser IF_2, ya que, como $\Downarrow_{exp}$ es determinista, $\langle b, \sigma' \rangle \Downarrow_{exp} \langle false, \sigma' \rangle$. Por lo tanto, debe ser $t' = t''$.

- $REPEAT$: Tenemos que t tiene la forma $\langle \textbf{repeat } c \textbf{ until } b \,, \sigma \rangle$ y t' tiene la forma $\langle c; \textbf{if } b \textbf{ then } skip \textbf{ else repeat } c \textbf{ until } b \,, \sigma \rangle$. Por la forma de t, la última regla aplicada en la derivación $t \rightsquigarrow t''$ debe ser $REPEAT$, y por ende $t' = t''$.

Hemos probado que para cada posible regla aplicada en la derivación $t \rightsquigarrow t'$ se verifica lo planteado, con lo cual queda probado que si $t \rightsquigarrow t'$ y $t \rightsquigarrow t''$, entonces $t' = t''$, esto es, la relación de evaluación en un paso $\rightsquigarrow$ es determinista.

EJERCICIO 6

Construiremos los árboles de derivación de cada programa utilizando las siguientes reglas de inferencia para la relación $\rightsquigarrow^*$:

$$\dfrac{t \rightsquigarrow t'}{t \rightsquigarrow^* t'}\ RT_1 \qquad \dfrac{}{t \rightsquigarrow^* t}\ RT_2 \qquad \dfrac{t \rightsquigarrow^* t' \qquad t' \rightsquigarrow^* t''}{t \rightsquigarrow^* t''}\ RT_3$$

Para el programa **a)** tenemos el siguiente árbol:

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{x \in dom\ \sigma}{\langle x, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle \sigma x, \sigma \rangle}\ \text{VAR} \qquad \dfrac{}{\langle 1, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle 1, \sigma \rangle}\ \text{NVAL}}{\langle x+1, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle \sigma x + 1, \sigma \rangle}\ \text{PLUS}}{\langle x = x+1, \sigma \rangle \rightsquigarrow \langle skip, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ \text{ASS}}{\langle x = x+1; y = x, \sigma \rangle \rightsquigarrow \langle skip; y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ SEQ_2}{\langle x = x+1; y = x, \sigma \rangle \rightsquigarrow^* \langle skip; y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ RT_1 \qquad \dfrac{\dfrac{}{\langle skip; y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle \rightsquigarrow \langle y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ SEQ_1}{\langle skip; y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle \rightsquigarrow^* \langle y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ RT_1}{\langle x = x+1; y = x, \sigma \rangle \rightsquigarrow^* \langle y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ RT_3 \qquad \dfrac{\dfrac{\dfrac{x \in dom\ [\sigma \mid x : \sigma x + 1]}{\langle x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle \Downarrow_{exp} \langle \sigma x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ \text{VAR}}{\langle y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle \rightsquigarrow \langle skip, [\sigma \mid x : \sigma x + 1, y : \sigma x + 1] \rangle}\ \text{ASS}}{\langle y = x, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle \rightsquigarrow^* \langle skip, [\sigma \mid x : \sigma x + 1, y : \sigma x + 1] \rangle}\ RT_1}{\langle x = x+1; y = x, \sigma \rangle \rightsquigarrow^* \langle skip, [\sigma \mid x : \sigma x + 1, y : \sigma x + 1] \rangle}\ RT_3$$

Y para el programa **b)** tenemos:

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{x \in dom\ \sigma}{\langle x{+}{+}, \sigma \rangle \Downarrow_{exp} \langle \sigma x + 1, [\sigma \mid x : \sigma x + 1] \rangle}\ \text{VARINC}}{\langle y = x{+}{+}, \sigma \rangle \rightsquigarrow \langle skip, [\sigma \mid x : \sigma x + 1, y : \sigma x + 1] \rangle}\ \text{ASS}}{\langle y = x{+}{+}, \sigma \rangle \rightsquigarrow^* \langle skip, [\sigma \mid x : \sigma x + 1, y : \sigma x + 1] \rangle}\ RT_1$$

Luego, tenemos que $\forall \sigma \in \Sigma,\ \langle x = x+1; y = x, \sigma \rangle \rightsquigarrow^* \langle skip, \sigma' \rangle$ sii $\langle y = x{+}{+}, \sigma \rangle \rightsquigarrow^* \langle skip, \sigma' \rangle$

Por lo tanto, los programas con semánticamente equivalentes.