

Semânticas de Linguagens de Programação - Exercícios 4
Conceitos de linguagens imperativas: âmbito de variáveis
Semântica operacional para a linguagem Block

Conceitos de linguagens imperativas: âmbito de variáveis

1. Considera o seguinte programa em Pascal.

```
program main;  
var a : integer;  
procedure P1  
begin  
  writeln('a =', a);  
end;  
procedure P2  
  var a : integer;  
  begin  
    a := 10;  
    P1  
  end;  
  begin  
    a := 4;  
    P2  
  end
```

Supondo âmbito estático para as variáveis o que imprime o programa. E se o âmbito fosse dinâmico.

2. Escolhe uma linguagem de programação (com constructores imperativos) que te seja familiar. Quais as regras de âmbito de variáveis que usa? Exemplifica com um programa simples.
3. **The Programming Languages Zoo:** <https://plzoo.andrej.com> Para o paradigma imperativo/procedimental estuda a linguagem **comm**.
 - (a) Analisa a estrutura da linguagem indicando os seus constructores (ficheiro **syntax.ml** e relacionados).
 - (b) Escreve uma GIC para as expressões aritméticas, booleanas e comandos.
 - (c) Desenha uma árvore sintática para o programa: **new n:= 4*5+2 in print n**
 - (d) Verifica no interpretador qual o valor calculado.
 - (e) Executa com a opção **--code** e vê qual o código produzido. Quais as instruções da máquina abstracta?
 - (f) Escreve um programa para calcular o factorial de um inteiro.
 - (g) Executa com a opção **--code** e vê qual o código produzido.

Semântica operacional para a linguagem com blocos **Block**

4. Usando a semântica natural para blocos determina os valores finais da variável x e da variável y :

```
begin var  $y := 1$ ;  
   $x := 1$ ;  
  begin var  $x := 2$ ;  
     $y := x + 1$   
  end;  
   $x := y + x$   
end
```

5. Considera o seguinte programa **c** em **Block**:

```
begin var  $z := x$ ;  
   $x := y$ ;  
   $y := z$   
end
```

Usando a semântica natural para blocos **Block** e s_0 tal que $s_0(x) = 3$ e $s_0(y) = 5$, determina a semântica de do comando **c**.

6. Considera no The Programming Languages Zoo: <https://plzoo.andrej.com> a linguagem **comm**. Implementa uma versão dos programas dados nos exercícios 4 e 5 e compara os resultados.

Semântica operacionais para **While**

Semântica operacional natural (*big-step*)

$$\begin{array}{ll} \text{att}_{sn} & \langle x := a, s \rangle \longrightarrow s[x \mapsto \mathcal{A}[[a]] s] \\ \text{skip}_{sn} & \langle \text{skip}, s \rangle \longrightarrow s \\ \text{comp}_{sn} & \frac{\langle c_1, s \rangle \longrightarrow s', \langle c_2, s' \rangle \longrightarrow s''}{\langle c_1; c_2, s \rangle \longrightarrow s''} \\ \text{if}^v_{sn} & \frac{\langle c_1, s \rangle \longrightarrow s'}{\langle \text{if } b \text{ then } c_1 \text{ else } c_2, s \rangle \longrightarrow s'} \text{ se } \mathcal{B}[[b]] s = \text{true} \\ \text{if}^f_{sn} & \frac{\langle c_2, s \rangle \longrightarrow s'}{\langle \text{if } b \text{ then } c_1 \text{ else } c_2, s \rangle \longrightarrow s'} \text{ se } \mathcal{B}[[b]] s = \text{false} \\ \text{while}^v_{sn} & \frac{\langle c, s \rangle \longrightarrow s', \langle \text{while } b \text{ do } c, s' \rangle \longrightarrow s''}{\langle \text{while } b \text{ do } c, s \rangle \longrightarrow s''} \\ & \text{se } \mathcal{B}[[b]] s = \text{true} \\ \text{while}^f_{sn} & \langle \text{while } b \text{ do } c, s \rangle \longrightarrow s \text{ se } \mathcal{B}[[b]] s = \text{false} \end{array}$$

Semântica operacional natural para comandos do Block

$$\mathbf{block}_{sn} \frac{\langle D_V, s \rangle \longrightarrow_D s' \quad \langle c, s' \rangle \longrightarrow s''}{\langle \mathbf{begin } D_V \ c \ \mathbf{end}, s \rangle \longrightarrow s''[DV(D_V) \mapsto s]}$$

onde DV determina as variáveis declaradas em D_V :

$$\begin{aligned} DV(\mathbf{var } x := a; D_V) &= \{x\} \cup DV(D_V) \\ DV(\varepsilon) &= \emptyset \end{aligned}$$

e $s'[X \mapsto s] : Var \rightarrow \mathbb{Z}$ é definido por

$$s'[X \mapsto s](x) = \begin{cases} s(x) & \text{se } x \in X \\ s'(x) & \text{se } x \notin X \end{cases}$$

e ainda

$$\begin{array}{ll} \mathbf{var}_{sn} & \frac{\langle D_V, s[x \mapsto \mathcal{A}[[a]] s] \rangle \longrightarrow_D s'}{\langle \mathbf{var } x := a; D_V, s \rangle \longrightarrow_D s'} \\ \mathbf{empty}_{sn} & \langle \varepsilon, s \rangle \longrightarrow_D s \end{array}$$

As restantes regras coincidem com a semântica natural para **While**.