

## COMANDI (recap):

❏ Vuoto  $\rightarrow$  Skip

❏ Assegnamento  $\rightarrow x := e$

❏ Sequenziale  $\rightarrow C; C$

❏ Ciclo Iterativo  $\rightarrow \text{WHILE } B \text{ DO } C$

❏ Condizionale  $\rightarrow \text{IF } B \text{ THEN } C \text{ ELSE } C$

Quindi, Com:



## SEMANTICA:

**STATICA** DEI COMANDI: Verifica che un Comando Ben formato = **Rispetta le Regole**

$\begin{array}{l} \lceil e: \tau \\ d: \Delta \\ \lfloor C \rfloor \end{array}$

Ovvero che Contenga Costanti che CONTENGANO solo **Costrutti** che **Rispettano i vincoli del PL**

F.I.:  $Com \rightarrow P(Id)$  e D.I.:  $Com \rightarrow P(Id)$

F.I.  $(x := e) = \{x\} \cup \{FI(e)\}$   
(di un Assegnamento)

D.I.  $(x := e) = \emptyset$

è dichiarazione che

definisce  $x$  e non assegna.

Tutti gli id devono trovare un  
Significato Nell' Ambiente di  
Esecuzione

ASSEGNAMENTO BEN FORMATO  $\Delta \vdash C$

$\frac{\Delta \vdash e : \tau}{\Delta \vdash x := e}$ ,  $\Delta(x) = \tau_{loc}$   
Condizioni dell' Ambiente  
deve Essere una Variabile  
che Posso Modificare  
NON una costante

⊗ dello Stesso  $\tau$

SEMANTICA DINAMICA: Nel Nostro Linguaggio ASSEGNAMENTO è  
l'unico linguaggio che Genera VARIAZIONI Nella Memoria

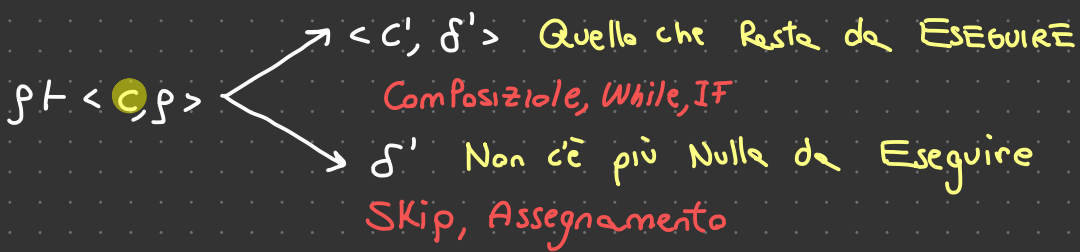
CONFIGURAZIONI:

$$T = (C \times Mem) \cup Mem$$

CONF. TERMINALI:

$$T = Mem$$

NON ho più nessun comando da eseguire



VALUTAZIONE EXPR:  $\rightarrow$  Tale e Quale

$$\begin{array}{c}
 p \vdash \langle e, \delta \rangle \xrightarrow{*} \langle K, \delta \rangle \\
 \hline
 p \vdash \langle x := e, \delta \rangle \xrightarrow{*} \delta[L \mapsto K] \quad p(x) = L
 \end{array}$$

Dove  $L$  è locazione associata ad  $x$  da  $p$  ed in  $L$  ci mettiamo  $K$  [ASSEGNAMENTO]

ESEMPIO:

$$x := x * y$$

Variabile

Costante

Ho Bisogno di un Ambiente, cos'è  $x, y$ ?  $\Delta = [x \mapsto \text{int}_{\text{loc}}, y \mapsto \text{int}]$

$$p = [x \mapsto \text{loc}, y \mapsto 2]$$

Manca Ora Solo la MEMORIA.  $\delta[L_x \mapsto 3]$

Ci Serve SEMPRE

SEMANTICA STATICA:

$$\frac{\Delta \vdash x * y : \text{int} ?}{\Delta \vdash x := x * y}, \Delta(x) = \text{int}_{\text{loc}}$$

devo dimostrarlo

$$\Delta \vdash x : \text{int} \quad \Delta \vdash y : \text{int}$$

$$\Delta \vdash x * y : \text{int}$$

$\Delta(x) = \text{int}_{\text{loc}}$  quindi  $\Delta(x) = \text{int}$  è OK

$\Delta(x) = \text{int}$ , allora  $\Delta(y) = \text{int}$  è verificato

Allora posso dire che:  $\Delta \vdash x := x * y$  è DERIVABILE e quindi è un **COMANDO BEN FORMATO**

**SEMANTICA DINAMICA:**  $\rho \vdash \langle x := x * y, \delta \rangle \rightarrow ?$

$$\frac{\rho \vdash \langle e, \delta \rangle \xrightarrow{*} \langle k, \delta \rangle}{\rho \vdash \langle x := x * y, \delta \rangle \rightarrow ?}$$

Valuto  $x$

$$\frac{\rho \vdash \langle x, \delta \rangle \rightarrow \langle 3, \delta \rangle}{\rho \vdash \langle x * y, \delta \rangle \rightarrow \langle 3 * y, \delta \rangle}, \rho(x) = L_x, \delta(L_x) = 3$$

Valuto  $y$

$$\frac{\rho \vdash \langle y, \delta \rangle \rightarrow \langle 2, \delta \rangle}{\rho \vdash \langle x * y, \delta \rangle \rightarrow \langle 3 * 2, \delta \rangle}, \rho(y) = 2$$

Devo arrivare

a  $k$

$$\rho \vdash \langle 3 * 2, \delta \rangle \rightarrow \langle 6, \delta \rangle, 3 * 2 = 6$$

Quindi Torno all' Esecuzione dell' Assegnamento

$$\frac{\rho \vdash \langle x * y, \delta \rangle \xrightarrow{*} \langle 6, \delta \rangle}{\rho \vdash \langle x := x * y, \delta \rangle \rightarrow [L_x \mapsto 6]}, \rho(x) = L_x$$

E TROVO

$$\hookrightarrow [L_x \mapsto 3] [L_x \mapsto 6] = [L_x \mapsto 6] \quad \delta' \text{ (STATO DELLA MEMORIA)}$$

dopo che è stata Aggiornata

## STRUTTURE DI CONTROLLO:

Comandi che permettono di Decidere Come Continuare l'EXECUZ.  
Quindi Agendo Sul **Flusso di Controllo (E NON SUI DATI)**

Ci Sarà Controllo Tra Comandi e PROCEDURE (ma Esistono anche sulle EXPR.)

**Comandi** di:

**SELEZIONE** → Quale Eseguire

**ITERAZIONE** → Ripeto

SELETORE A **2 VIE** ⇒ **IF-then-ELSE** (Si nel nostro PL)

SELETORE A **PIÙ VIE** ⇒ **Switch-Case** ... (No nel nostro PL)

### SELETORE A 2 VIE: (si)

```
if (sum == 0)
  if (count == 0)
    result = 0;
  else result = 1;
```

A QUALE fa RIFERIMENTO? C'è un  
AMBIGUITÀ ed ogni PL la Risolve a  
Modo Suo Tramite Regole di DEFAULT

### SELETORE A PIÙ VIE: (no)

Switch (Espressione)

Case CONST-EXPR.: -----

Default: -----

Dipende dal PL cosa Posso Inserire  
e Se più CASE Sono Verificabili;  
e Quindi ESEGUIBILI o meno

## SEMANTICA SELETORE A 2 VIE (if-then-Else):

**STATICA:**  $FI(\text{if } e \text{ then } c_1 \text{ else } c_2) = FI(\text{exp}) \cup FI(c_1) \cup FI(c_2)$

Deve Solo Verificare la REGOLA/SE BEN FORMATA, quindi quando tutti i Sotto-Componenti Sono Ben formati:

$$\frac{\Delta \vdash e: \text{Bool} \quad \Delta \vdash c_1 \quad \Delta \vdash c_2}{\Delta \vdash \text{if } e \text{ then } c_1 \text{ Else } c_2}$$

Voglio la Guardia solo BOOLEANA (Salta Nostra)

**DINAMICA:**  $DI(\text{if } e \text{ then } c_1 \text{ else } c_2) = DI(c_1) \cup DI(c_2)$

Mi dice dove devo Continuare (SENZA MODIFICARE MEM.  $\delta$ )

$$\rho \vdash \langle e, \delta \rangle \rightarrow^* \langle t, \delta \rangle$$

$$\rho \vdash \langle \text{if } e \text{ then } c_1 \text{ else } c_2, \delta \rangle \rightarrow \langle \text{if } t \text{ then } c_1 \text{ else } c_2, \delta \rangle$$

$$\rho \vdash \langle \text{if } \text{TRUE} \text{ then } c_1 \text{ else } c_2 \rightarrow \langle c_1, \delta \rangle \quad \text{RAMO THEN}$$

$$\rho \vdash \langle \text{if } \text{FALSE} \text{ then } c_1 \text{ else } c_2 \rightarrow \langle c_2, \delta \rangle \quad \text{RAMO ELSE}$$

**ESEMPIO:**  $\text{if } x=y \text{ then } x:=5 \text{ else } x:=6$  Avendo:

$$\Delta = [x \mapsto \text{intloc}, y \mapsto \text{int}]$$

$$\rho = [x \mapsto L_x, y \mapsto z]$$

$$\delta_1 = [L_x \mapsto 3] \quad \text{e} \quad \delta_2 = [L_x \mapsto 2]$$

## (a) SEMANTICA STATICA

$$\frac{\Delta \vdash x=y: \text{Bool} \quad \Delta \vdash x:=5 \quad \Delta \vdash x:=6}{\Delta \vdash \text{if } x=y \text{ then}}$$

$$\frac{\Delta \vdash 5: \text{int}}{\Delta \vdash x:=5} \quad \Delta(x) = \text{int}_{\text{Loc}} \quad \checkmark$$

$$\frac{\Delta \vdash 6: \text{int}}{\Delta \vdash x:=6} \quad \Delta(x) = \text{int}_{\text{Loc}} \quad \checkmark$$

$$\frac{\Delta \vdash x: \tau \quad \Delta \vdash y: \tau}{\Delta \vdash x=y: \text{Bool}} \quad \text{Per ESSERE CONFRONTABILI devono ESSERE Uguali}$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta \vdash x: \text{int}, \Delta(x) = \text{int}_{\text{Loc}} \\ \Delta \vdash y: \text{int}, \Delta(y) = \text{int} \end{array} \right\} \text{Essendo Uguali} \quad \checkmark$$

Posso dire che il comando è BEN FORMATO

## (b) SEMANTICA DINAMICA: $\rho \langle \text{if } \dots, d_i \rangle \rightarrow ?$

$$\boxed{d_i} \quad \frac{\rho \vdash \langle x=y, d_i \rangle \rightarrow \langle t, d_i \rangle}{\rho \vdash \langle \text{if } \dots, d_i \rangle \rightarrow}$$

dobbiamo  
Terminarlo

$$\frac{\rho \vdash \langle x, d_i \rangle \rightarrow \langle 3, d_i \rangle}{\rho \vdash \langle x=y, d_i \rangle \rightarrow \langle 3=y, d_i \rangle} \quad \rho(x) = l_x, \rho(l_x) = 3$$

$$\frac{\mathcal{P} \vdash \langle y, d_1 \rangle \rightarrow \langle 2, d_1 \rangle}{\mathcal{P} \vdash \langle 3 = y, d_1 \rangle \rightarrow \langle 3 = 2, d_1 \rangle} \quad \mathcal{P}(y) = 2$$

$$\mathcal{P} \vdash \langle 3 = 2, d_1 \rangle \rightarrow \langle \text{false}, d_1 \rangle$$

$$\frac{\mathcal{P} \vdash \langle x = y, d_1 \rangle \rightarrow^* \langle \text{false}, d_1 \rangle}{\mathcal{P} \vdash \langle \text{if } \dots, d_1 \rangle \rightarrow \langle \text{if } \dots, d_1 \rangle}$$

$$\mathcal{P} \vdash \langle \text{if } \dots, d_1 \rangle \rightarrow \langle \text{if } \dots, d_1 \rangle$$

$$\mathcal{P} \vdash \langle \text{if } \text{FALSE then } C_1 \text{ Else } C_2, d_1 \rangle \rightarrow \langle x := 6, d_1 \rangle \quad \text{RAMO THEN}$$

$$\mathcal{P} \vdash \langle x := 6, d_1 \rangle \rightarrow d_1 \left[ \overline{L_x \mapsto 6} \right]$$

Usando  $d_2$  SEM. STATI INVARIATI Visto che non dipende dalla Memoria ed in Quella dinamica:

$$\mathcal{P} \vdash \langle \text{if FALSE } \dots, d_2 \rangle \rightarrow^* \langle x := 6, d_2 \rangle$$

$$\mathcal{P} \vdash \langle x := 6, d_2 \rangle \rightarrow d_2 \left[ \overline{L_x \mapsto 6} \right]$$



# SEMANTICA DI COMPOSIZIONE: $C_1; C_2$

STATICA:

$$FI(C_1; C_2) = FI(C_1) \cup FI(C_2)$$

$$DI(C_1; C_2) = DI(C_1) \cup DI(C_2)$$

$$\frac{\Delta \vdash C_1 \quad \Delta \vdash C_2}{\Delta \vdash C_1; C_2} \quad \text{Se ENTRAMBI Sono Ben formati}$$

SKIP lo è SEMPRE

$$\hookrightarrow \Delta \vdash \text{SKIP}$$

DINAMICA: Prima Tutto  $C_1$  Sulla Sinistra poi  $C_2$  sulla dx

$$\frac{\rho \vdash \langle C_1, \delta \rangle \longrightarrow \langle C'_1, \delta' \rangle}{\rho \vdash \langle C_1; C_2, \delta \rangle \longrightarrow \langle C'_1; C_2, \delta' \rangle}$$

$$\rho \vdash \langle C_1; C_2, \delta \rangle \longrightarrow \langle C'_1; C_2, \delta' \rangle$$

$$\frac{\rho \vdash \langle C_1, \delta \rangle \longrightarrow \delta'}{\rho \vdash \langle C_1; C_2, \delta \rangle \longrightarrow \langle C_2, \delta' \rangle}$$

$$\rho \vdash \langle C_1; C_2, \delta \rangle \longrightarrow \langle C_2, \delta' \rangle$$

$$\rho \vdash \langle \text{SKIP}, \delta \rangle \longrightarrow \delta$$

Con Queste Regole Si Possono Già fare Appelli (while mai messo)

Assegnamento

Dichiarazione

Composizione D, A

Ultimo Esercizio

## COMANDO ITERATIVO:

Cosa principale da Verificare è se l'ITERAZIONE è:

/// DETERMINATA → Noto a Priori Quante Volte Viene Eseguito il CORPO (comando), che è IL FOR in cui Non Posso Interagire Sull' INDICE

FOR indice := inizio TO fine BY passo DO CORPO

ESEMPIO: FOR (expr<sub>1</sub>, expr<sub>2</sub>, expr<sub>3</sub>) {CORPO}

/// INDETERMINATO → Controllo dell' Esecuzione è LOGICO, Tramite una GUARDIA il cui Valore ci Si Aspetti CAMBIA

Com'è fatta la GUARDIA? Nostro Linguaggio è solo Booleana ma Solitamente è Anche ARITMETICA

## SEMANTICA:

### STATICA:

$$FI(\text{WHILE } b \text{ DO } c) = FI(b) \cup FI(c)$$

$$DI(\text{WHILE } b \text{ DO } c) = DI(c)$$

$$\frac{\Delta \vdash b : \text{Bool} \quad \Delta \vdash c}{\Delta \vdash \text{WHILE } b \text{ DO } c}$$

## DINAMICA:

$$\frac{\text{PT} \langle b, \delta \rangle \longrightarrow \langle t, \delta \rangle}{\text{PT} \langle \text{while } B \text{ do } C, \delta \rangle \longrightarrow \langle \text{while } t \text{ do } C, \delta \rangle}$$

$$\text{PT} \langle \text{WHILE false do } C, \delta \rangle \longrightarrow \delta \quad (\text{ha Terminato, case del WHILE})$$

$$\text{PT} \langle \text{while TRUE do } C, \delta \rangle \longrightarrow \langle C; \text{while } b \text{ do } C, \delta \rangle$$

Che possa UNIRE in 2 Regole (Quante 3 Sopra):

$$\frac{\text{PT} \langle b, \delta \rangle \xrightarrow{*} \langle \text{true}, \delta \rangle}{\text{PT} \langle \text{While } b \text{ do } C, \delta \rangle \longrightarrow \langle C; \text{While } b \text{ do } C, \delta \rangle}$$