



Fondamenti dei linguaggi di programmazione

Aniello Murano
Università degli Studi di Napoli
"Federico II"

Murano Aniello
Fond. LP - Quindicesima Lezione

1



Esercitazione su nondeterminismo parallelismo e forme canoniche

Murano Aniello
Fond. LP - Quindicesima Lezione

2

IMPnd

- I comandi di IMP si possono arricchire con nondeterminismo (IMPnd) senza ricorrere al parallelismo, nel modo seguente.
- Formalmente:
- $c ::= \text{skip} \mid X := a \mid c_0; c_1 \mid \text{if } b \text{ then } c_0 \text{ else } c_1 \mid \text{while } b \text{ do } c \mid r \ c_1$
- Semantica informale: L'esecuzione del comando " c_0 or c_1 " implica una scelta non deterministica tra c_0 and c_1 e il comando scelto sarà il solo ad essere eseguito. Formalmente:

$$\frac{\langle c_0, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle c_0 \text{ OR } c_1, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'} \quad \frac{\langle c_1, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}{\langle c_0 \text{ OR } c_1, \sigma \rangle \rightarrow \sigma'}$$

- Due comandi c_0, c_1 di IMPnd sono equivalenti (in simboli $c_0 \sim c_1$) se per ogni coppia di stati σ, σ'
- $\langle c_0, \sigma \rangle \rightarrow^*_1 \sigma'$ iff $\langle c_1, \sigma \rangle \rightarrow^*_1 \sigma'$ oppure sia c_0 che c_1 divergono da σ
- Si noti che \rightarrow^*_1 è la chiusura transitiva di \rightarrow_1 .
- Un esempio di comando divergente è "while true do skip"



Precisazioni su IMPnd

- Si precisa che la scelta su un comando nondeterministico di IMPnd è univoca nello stesso istante sullo stesso insieme di comandi.
- Dunque, se in un certo istante utilizzo il comando " c_0 or c_1 ", posso utilizzare alternativamente il comando " c_1 or c_0 ". Infatti, in entrambi i casi, qualsiasi sarà la scelta tra c_0 e c_1 , essa sarà la stessa su entrambi i comandi, se utilizzati alternativamente nello stesso istante. In effetti, scegliere un elemento dell'insieme $\{c_0, c_1\}$ è equivalente a sceglierlo nell'insieme $\{c_1, c_0\} = \{c_0, c_1\}$.
- Un'altra precisazione: l'operatore "or" usa lo stesso principio non deterministico dell'operatore alternativo " \square " utilizzato per formare i comandi con guardia in IMPGC. A tal proposito e rispondendo alla domanda di alcuni, si precisa che in presenza di un comando "if $b_1 \rightarrow c_1 \square b_2 \rightarrow c_2$ ", se entrambi le guardie b_1 e b_2 sono valutate true, non deterministicamente solo uno dei comandi c_1 o c_2 viene eseguito. Si vedano le regole di derivazione corrispondenti!



Esercizio

- Provare le seguenti equivalenze per i comandi di IMPnd
- $c_0 \text{ or } c_1 \sim c_1 \text{ or } c_0$
- $c \text{ or } c \sim c$
- $c_0 \text{ or } (c_1 \text{ or } c_2) \sim (c_0 \text{ or } c_1) \text{ or } c_2$



Murano Aniello
Fond. LP - Quindicesima Lezione

5

Esercizi su IMPP

- Provare l'equivalenza dei due comandi seguenti
 $\text{if } b \rightarrow c_0 \parallel \neg b \rightarrow c_1 \text{ fi}$ e $\text{if } \neg b \rightarrow c_1 \parallel b \rightarrow c_0 \text{ fi}$
- Provare l'equivalenza dei due comandi seguenti
 $\text{if } b_0 \rightarrow c_0 \parallel b_1 \rightarrow c_1 \text{ fi}$ e $\text{if } b_1 \rightarrow c_1 \parallel b_0 \rightarrow c_0 \text{ fi}$

Suggerimenti per il secondo esercizio. In aggiunta al primo esercizio bisogna considerare i seguenti due casi:

1. entrambe le guardie b_0 e b_1 sono valutate false in entrambi i comandi **if** (si prova che entrambi i comandi **if** falliscono)
2. entrambe le guardie b_0 e b_1 sono valutate **true**: nondeterministicamente verrà scelto un solo comando da eseguire tra c_0 e c_1 in ognuno dei comandi **if**. Ma siccome stiamo valutando l'equivalenza dei due comandi **if** nel senso di un utilizzo alternativo degli stessi (nello stesso istante), qualsiasi scelta venga effettuata tra c_0 e c_1 essa sarà la stessa in entrambi i comandi **if**. Infatti, nell'esecuzione di un programma, la scelta sarà la stessa indipendente da quale dei due comandi **if** si usa, se essi vengono utilizzati alternativamente nello stesso istante.



Murano Aniello
Fond. LP - Quindicesima Lezione

6