Prova scritta di Linguaggi Concorrenti e Mobili 25 marzo 2003

1. (3 punti) Quali sono le forme di mobilità che si possono modellare senza la trasmissione di nomi di canali e quali invece richiedono tale trasmissione?

2. (3 punti) Sappiamo che $\equiv \subset \sim \subset \approx$. Provare che:

   (a) le inclusioni sono strette;

   (b) $\sim \subset \approx$.

3. (6 punti) Sia

$$\begin{aligned} A(x) &\stackrel{\text{def}}{=} x(y,z).(\overline{y}\langle z\rangle \mid A\langle x\rangle) \\ B(z,h) &\stackrel{\text{def}}{=} z(r,s).(\overline{h}\langle r,s\rangle \mid B\langle z,h\rangle) \\ P &\stackrel{\text{def}}{=} (\nu b)(A\langle b\rangle \mid B\langle a,b\rangle) \end{aligned}$$

   (a) Dare la codifica di $\widehat{\widehat{P}}$ che consenta di sostituire le definizioni ricorsive attraverso la replicazione.

   (b) Fornire un processo (molto semplice) che sia equivalente in senso debole a P.

   (c) Dare uno **schema** di prova di tale equivalenza.

4. (6 punti) Fornire la definizione di bisimulazione forte up to structural congruence. Provare la proposizione in cui viene formulata la correttezza di tale tecnica.

5. (7 punti) Ricordiamo la definizione per liste effimere:

$$\begin{aligned} Nil &\stackrel{\text{def}}{=} (k).k(n,c).\overline{n} \\ Cons(V,L) &\stackrel{\text{def}}{=} (k).(\nu vl)(Node\langle k,v,l\rangle \mid V\langle v\rangle \mid L\langle l\rangle) \\ &\qquad \text{dove } Node\langle k,v,l\rangle \stackrel{\text{def}}{=} k(n,c).\overline{c}\langle v,l\rangle \\ [V_1,\ldots,V_n] &\stackrel{\text{def}}{=} Cons(V_1,Cons(\ldots Cons(V_n,Nil)\ldots)) \end{aligned}$$

   (a) Ispirandosi a tale definizione dare la definizione di un albero binario *persistente* i cui valori si trovano *s*olamente sulle foglie. Un albero binario può essere:

   - una $FOGLIA$, contenente un valore
   - oppure una $COPPIA$ di alberi binari.

   (b) Fornire la funzione di sorting rispettata dalla definizione proposta.

6. (8 punti) Si consideri la codifica di naturali *persistenti* in π-calcolo:

$$[\![n]\!] = (x).!x(z,o).(\overline{o})^n.\overline{z}.$$

(a) Definire allora un operatore predecessore $PRED$, come un'astrazione di arietà 2, tale che per $n \geq 0$ valga:

$$(\nu b)(PRED\langle a, b\rangle \mid [\![\, n \,]\!]\langle b\rangle) \approx_{\mathrm{c}} [\![\, n-1 \,]\!]\langle a\rangle.$$

i. Suggerimento: per definire $PRED$ usare le definizioni ricorsive).

ii. Per convenzione, il predecessore di zero è zero medesimo.

iii. Ricordiamo che $P \approx_{\mathrm{c}} Q$ se e solo se per ogni sostituzione σ, $\sigma P \approx \sigma Q$.

(b) Una volta definito l'operatore $PRED$ provare **formalmente** l'equivalenza sopra indicata (**Attenzione:** Ricordate che $\approx$ non è preservato da tutti gli operatori!)

(c) Dare una definizione di $PRED$ che non faccia uso di definizioni ricorsive ma che usi solo la replicazione.

(d) Provare formalmente la correttezza dell'operatore $PRED$ definito in termini di replicazione, come fatto al punto 6b.