

Automati e reti di Petri

II Prova Scritta — 5 giugno 2015

Esercizio 1. (20 punti) Si consideri la rete di Petri $\langle N, M_0 \rangle$ caratterizzata da

$$Pre = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}; \quad Post = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad M_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

- (a) **(2 punti)** Si determini la rappresentazione grafica di tale rete.
- (b) **(4 punti)** Si determini il grafo di copertura di tale rete.
- (c) **(4 punti)** Si discuta, in base all'analisi del grafo, se tale rete goda delle seguenti proprietà comportamentali: limitatezza, esistenza di sequenze ripetitive, reversibilità, vivezza, esistenza di marcature morte.
- (d) **(2 punti)** Si discuta se la marcatura $M = [1 \ 1 \ 0 \ 0]^T$ sia raggiungibile in base all'analisi del grafo. Se il grafo non consente di determinare ciò, si dimostri per altra via che M è raggiungibile.
- (e) **(2 punti)** Si discuta se la marcatura $M' = [1 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ sia raggiungibile e potenzialmente raggiungibile.
- (f) **(2 punti)** Si determinino i P-invarianti minimali di tale rete.
- (g) **(2 punti)** Si discuta che relazioni esistono tra gli insiemi $R(N, M_0)$, $PR(N, M_0)$ e $I_X(N, M_0)$, essendo X la matrice le cui colonne sono i P-invarianti minimali determinati al punto precedente.
- (h) **(2 punti)** Si determini una rete di Petri $\langle N', M_0 \rangle$ (diversa struttura ma stessa marcatura iniziale) che abbia lo stesso grafo di copertura della rete $\langle N, M_0 \rangle$ ma in cui la marcatura M data al punto (d) non sia raggiungibile.

Esercizio 2. (10 punti) Si consideri la rete marcata $\langle N, \bar{M}_0 \rangle$ dove N è la rete del precedente esercizio e la marcatura iniziale vale $\bar{M}_0 = [1 \ 0 \ 0 \ 1]^T$. Si desidera controllare il sistema per far sì che i posti p_3 e p_4 non siano entrambi vuoti ovvero che

$$M(p_3) + M(p_4) \geq 1,$$

o in maniera equivalente

$$-M(p_3) - M(p_4) \leq -1.$$

- (a) **(2 punti)** Si determini una GMEC (w, k) che descrive questa specifica.
- (b) **(2 punti)** Si determini, nell'ipotesi in cui tutte le transizioni siano controllabili, il posto monitor che impone questa specifica.
- (c) **(2 punti)** Si costruisca il grafo di raggiungibilità/copertura della rete a ciclo chiuso e si verifichi che la specifica è soddisfatta.
- (d) **(4 punti)** Se l'insieme delle transizioni incontrollabili fosse $T_{uc} = \{t_1, t_3\}$, si determini una GMEC (\tilde{w}, \tilde{k}) più restrittiva ma controllabile che imponga che la specifica non venga violata. La rete a ciclo chiuso ha un comportamento soddisfacente?