

Sistemi - Modulo di Sistemi a Eventi Discreti

Discrete Event and Hybrid Systems

Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica per Robotica e Industria Intelligente
Master's degree in Computer Engineering for Robotics and Smart Industry
Tiziano Villa

29 Giugno 2023

Nome e Cognome:

Matricola:

Posta elettronica:

problema	punti massimi	i tuoi punti
problema 1	12	
problema 2	18	
totale	30	

1. Si consideri un processo o impianto G sull'alfabeto $E = \{a, b, c\}$ definito come segue:

- stati: x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 con x_0 stato iniziale e unico stato accettante;
- transizione da x_0 a x_1 : evento a ,
transizione da x_1 a x_2 : evento a ,
transizione da x_1 a x_3 : evento b ,
transizione da x_2 a x_3 : evento a ,
transizione da x_2 a x_4 : evento c ,
transizione da x_3 a x_0 : evento c ,
transizione da x_3 a x_1 : evento a ,
transizione da x_4 a x_3 : evento a .

(a) Si disegni il grafo dell'automa G .

(b) Si consideri la specifica K sull'alfabeto $\{b, c\}$ descritta dall'automa H .
La specifica stabilisce che non possono verificarsi due occorrenze dell'evento b senza che tra esse si verifichi almeno una volta l'evento c .
Si disegni l'automa H .

(c) Si definisca l'operatore \parallel di composizione in parallelo di due automi.

(d) Si costruisca la composizione in parallelo $G \parallel H$.

Traccia di soluzione.

Si veda l'allegato.

English version

Consider a manufacturing plant G on the alphabet $E = \{a, b, c\}$ defined as follows:

- states: x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 with x_0 initial state and unique accepting state;
- transition from x_0 to x_1 : event a ,
transition from x_1 to x_2 : event a ,
transition from x_1 to x_3 : event b ,
transition from x_2 to x_3 : event a ,
transition from x_2 to x_4 : event c ,
transition from x_3 to x_0 : event c ,
transition from x_3 to x_1 : event a ,
transition from x_4 to x_3 : event a .

- (a) Draw the graph of the automaton G .
- (b) Consider the following specification K on the alphabet $\{b, c\}$ described by an automaton H . The specification requires that two occurrences of the event b cannot happen if the event c does not happen at least once between them.
Draw the automaton H .
- (c) Define the operator $||$ of parallel composition of two automata.
- (d) Build the parallel composition $G||H$.

Hints for the solution.

See the attachment.

2. Si considerino l'impianto G e la specifica H costruiti nel punto precedente. Si assuma che gli eventi incontrollabili siano $E_{uc} = \{c\} \subseteq E$.
- (a) Dati i linguaggi K della specifica e $M = \overline{M}$ dell'impianto, si scriva la definizione di controllabilit  di K rispetto a M e E_{uc} .
 - (b) Dato che si dispone degli automi a stati finiti G e H , si puo determinare se K e' controllabile applicando l'algoritmo cosiddetto standard, che prevede la costruzione dell'automa $H||G$ e la sua analisi rispetto alla controllabilit .
 - i. Si descriva con precisione l'algoritmo per determinare la controllabilit  mediante il prodotto $H||G$.
 - ii. Si applichi l'algoritmo al nostro caso di studio.
 K e' controllabile rispetto a M e E_{uc} ?
 - iii. Esiste un supervisore S che realizza il linguaggio K della specifica ?
 Se si, si proponga una strategia di controllo.
 - (c) Si definisca il sottolinguaggio controllabile massimo $K^{\uparrow C}$.
 - (d) Si calcoli $K^{\uparrow C}$, usando ancora l'algoritmo precedente che analizza l'automa prodotto $H||G$ iterando passi di rimozione e potatura dell'automa prodotto. Si mostrino i passi dell'algoritmo e si disegni l'automa prodotto ad ogni passo.

Traccia di soluzione.

Si veda l'allegato.

K e' controllabile (si puo' vedere applicando l'algoritmo di rimozione o la definizione).

La strategia di controllo e' di disabilitare b dopo $ba(aaa)^*$. L'algoritmo di rimozione si arresta all'inizio senza rimuovere stati dato che si devono disabilitare solo eventi controllabili, per cui $G||H$ e' il supervisore cercato che realizza il linguaggio della specifica K .

English version

Consider the plant G and the specification H built in the previous question. Suppose that the uncontrollable events are $E_{uc} = \{c\} \subseteq E$.

- (a) Given the languages K of the specification and $M = \overline{M}$ of the plant, write down the definition of controllability of K with respect to M and E_{uc} .
- (b) Since we have the finite state automata G and H , one can determine if K is controllable by applying the so-called standard algorithm, which requires the construction of the automaton $H||G$ and its analysis with respect to controllability.
 - i. Describe precisely the algorithm to determine the controllability by analyzing the product $H||G$.
 - ii. Apply such algorithm to our example of manufacturing plant.
Is K controllable with respect to M and E_{uc} ?
 - iii. Does there exist a supervisor S that realizes the language K of the specification ?
If so, describe a control strategy.
- (c) Define the supremal controllable sublanguage $K^{\uparrow C}$.
- (d) Compute $K^{\uparrow C}$, using again the previous standard algorithm, which builds the product automaton $H||G$ and iterates steps to remove uncontrollable states and to trim the product automaton.

Show the steps of the algorithm and draw the product automaton at every step.

Hints for the solution.

See the attachment.

K is controllable (it can be seen by applying the standard removal algorithm or the definition).

The control strategy is to disable b after $ba(aaa)^*$. The standard removal algorithm finishes at the beginning without removing any state, given that one is required to disable only controllable events, so that $G||H$ is the requested supervisor that realizes the language of the specification K .