Formális módszerek (VIMIMA07)	2019/2020. tanév II. félév					2020. 05. 19.
ZH2B Második zárthelyi, B csoport	1.	2.	3.	4.	5.	Σ
Minden feladatot külön oldalon kezdjen! Minden oldalra írja fel a Neptun-kódját!	5 pont	6 pont	8 pont	8 pont	8 pont	35 pont

1. Szoftver modellellenőrzés absztrakcióval

2+1+2 pont

Jobbra látható egy programrészlet.

```
      z : int
0:    if (z > 0) {
1:        z := z-1;
      }
2:    assert(z>=0);
```

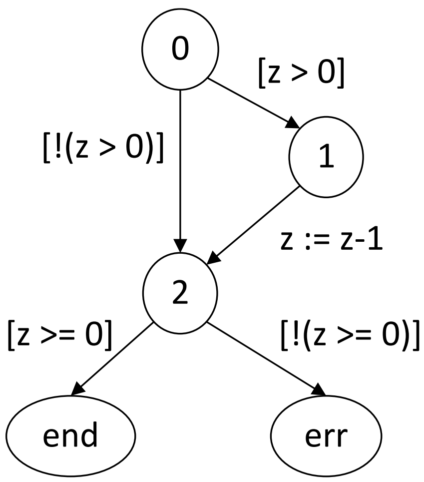
a) Rajzolja le a programrészlethez tartozó *Control Flow Automaton* (CFA) modellt! A vezérlési helyeket a programsorokhoz írt sorszámokkal (0, 1, 2) azonosítsa. Az assertion megsértése esetére vegyen fel egy *err* címkéjű, a jó végállapothoz pedig egy *end* címkéjű vezérlési helyet.

b) A CFA modellellenőrzésére vezérlési hely és predikátum absztrakciót alkalmazunk, ez utóbbihoz egyetlen *(z==0)* predikátumot használunk. Mik lehetnek az absztrakt állapottérben a kezdőállapotok *(vezérlési hely, predikátumérték)* alakban megadva, ha a program indulásakor a *z* egész értékű változó tetszőleges lehet?

c) Hamis útvonalnak tekinthető-e az *err* vezérlési hely eléréséhez az absztrakt állapottérben lévő *(0, false)* → *(1, false)* → *(2, true)* → *(err, true)* útvonal? Válaszát indokolja!

Megoldás:

a) A CFA modell:



b) (0, false) és (0, true)

c) Az útvonal hamis, mivel:

(0, false) → *(1, false)* átmenet feltétele z>0 és a predikátum z!=0, ez lehetséges.

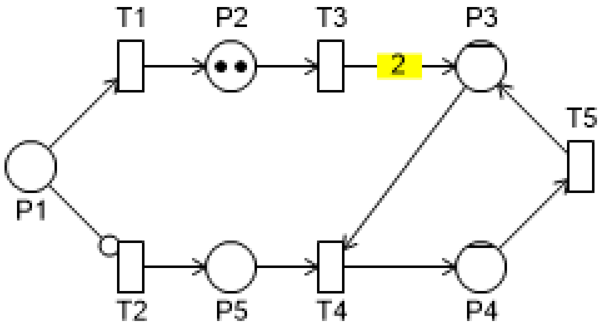
(1, false) → *(2, true)* a predikátum miatt z==0 lesz.

(2, true) → *(err, true)* átmenet feltétele z<0, ami ellentétben áll a z==0 predikátummal (vagy másképp: mivel z==0, az end állapotba kell jutnia).

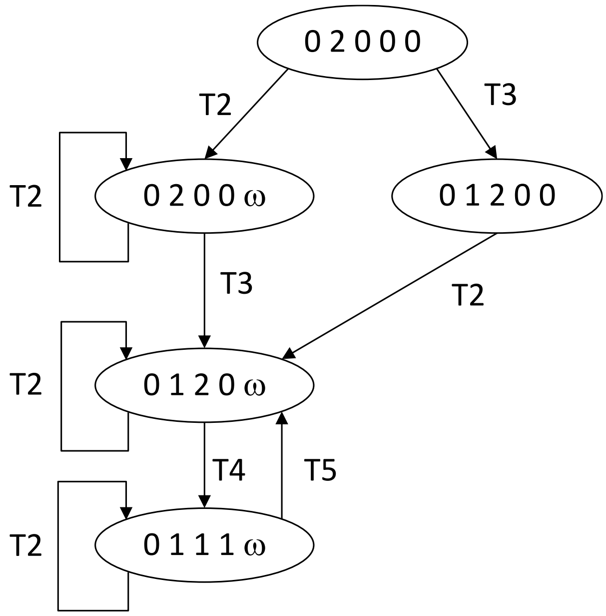
2. Petri-háló állapotterének felvétele 6 pont

Adott az alábbi Petri-háló, amelyben a *P3* és *P4* helyek kapacitáskorlátosak: *K(P3) = 2* és *K(P4) = 1*. Az összes további hely végtelen kapacitású. Az élekre írt számok az élsúlyokat jelölik.

Készítse el a Petri-háló *fedési gráfját*! Címkézze fel a fedési gráfban az egyes éleket a tüzelő tranzícióval!



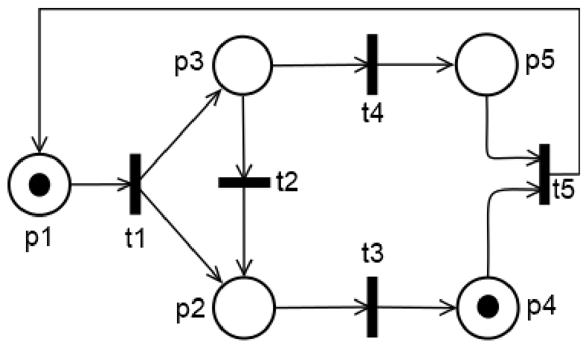
Megoldás:



3. Petri-hálók strukturális tulajdonságai

4*2 pont

Adott az ábrán látható Petri-háló.



a) Írja fel a Petri-háló súlyozott szomszédossági mátrixát!

b) Vizsgálja meg, hogy a Petri-hálónak P-invariánsa-e a következő (válaszát indokolja): $\mathbf{(2,1,1,0,1)^T}$

c) Vizsgálja meg, hogy a Petri-hálónak T-invariánsa-e a következő (válaszát indokolja): $\mathbf{(1,0,1,1,1)^T}$

d) Igaz-e a fenti Petri-hálóra az adott kezdőállapot mellett a következő CTL kifejezés, ahol *m(pi)* a *pi* (i=1, 2, …, 5) hely jelölését jelenti? Válaszát indokolja!

EF(2*m(p1) + m(p2) + m(p3) + m(p4) + m(p5) = 2)

Megoldás:

a) A súlyozott szomszédossági mátrix:

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

b) $\boldsymbol{W} * (\mathbf{2}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{0}, \mathbf{1})^{\boldsymbol{T}} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, -\mathbf{1}, \mathbf{0}, \mathbf{1})$

Az eredmény nem $\underline{\mathbf{0}}$, ezért a megadott vektor a hálónak nem P-invariánsa.

c) $\boldsymbol{W}^{\boldsymbol{T}} * (\mathbf{1}, \mathbf{0}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1})^{\boldsymbol{T}} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0})$

Az eredmény $\underline{\mathbf{0}}$, ezért a megadott vektor a háló T-invariánsa.

d) Nem igaz.

A kezdőállapotban a tokenek CTL kifejezésben szereplő súlyozott összege

$(\mathbf{1}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{1}, \mathbf{0}) * (\mathbf{2}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1})^{\boldsymbol{T}} = \mathbf{3}.$

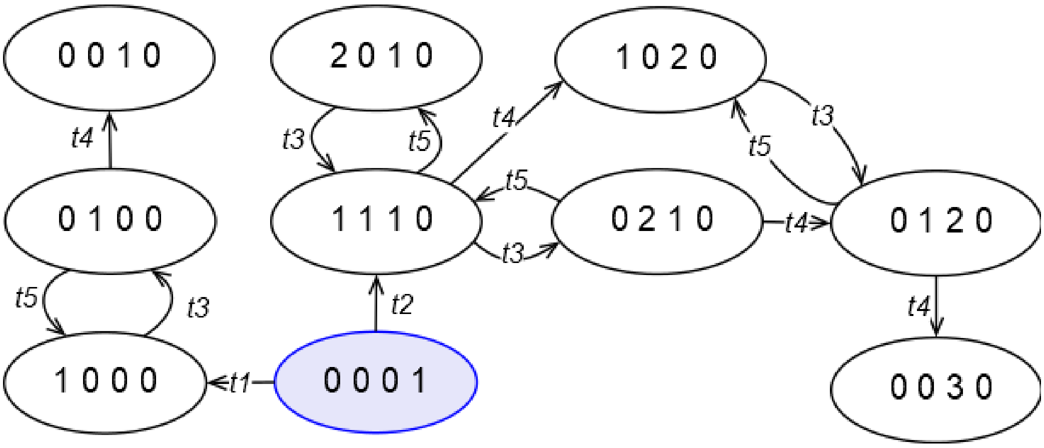
Továbbá $\boldsymbol{W} * (\mathbf{2}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1})^{\boldsymbol{T}} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0})$, azaz CTL kifejezésben szereplő súlyvektor a háló P-invariánsa. Ebből következik, hogy a súlyozott tokenösszeg értéke nem változhat meg 3-ról, azaz nem lehet 2.

4. Petri-háló dinamikus tulajdonságai

8*1 pont

Az alábbi ábra egy Petri-háló állapotterét mutatja be elérhetőségi gráf alakban. A hálóban 5 tranzíció található, amelyeket t1, ..., t5 címkékkel jelölünk. Az állapotokat a tokeneloszlás-vektorral címkéztük meg, tehát (0 1 0 0) jelentése: m(*p1*) = 0, m(*p2*) = 1, m(*p3*) = 0 és m(*p4*) = 0. A kezdőállapot a sötét hátterű (0 0 0 1) csomópont.

Vizsgálja meg az ábrát, és az alapján adja meg, hogy a tulajdonság igaz (I), hamis (H), vagy az elérhetőségi gráf alapján nem dönthető el (ND)! Indoklás itt nem szükséges.



(a) A *t4* tranzíció nem perzisztens

(b) A *t2* tranzíció L2-élő

(c) A *t3* tranzíció L3-élő

(d) A *t5* tranzíció L0-élő

(e) A háló nem megfordítható

(f) A hálónak nincs visszatérő állapota

(g) A háló holtpontmentes

(h) A háló nem korlátos

Megoldás:

(a) A *t4* tranzíció nem perzisztens: I

(b) A *t2* tranzíció L2-élő: H

(c) A *t3* tranzíció L3-élő: I

(d) A *t5* tranzíció L0-élő: H

(e) A háló nem megfordítható: I

(f) A hálónak nincs visszatérő állapota: I

(g) A háló holtpontmentes: H

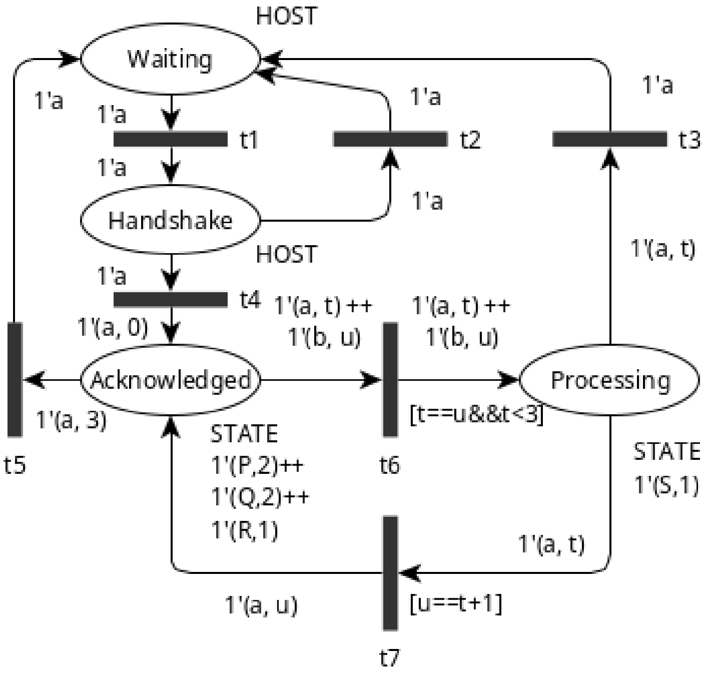
(h) A háló nem korlátos: H

5. Színezett Petri-hálók

4*2 pont

Adott az ábrán látható színezett Petri-háló modell (a helyek típusai csak nagybetűsek, az aktuális jelölések a helyek típusai alá vannak írva, az őrfeltételek szögletes zárójelek között szerepelnek), valamint a hozzá tartozó definíciós mező:

```
colset HOST = with P | Q | R | S;
colset STATE = product HOST * int;
var a, b: HOST;
var t, u: int;
```



Válaszoljon a következő kérdésekre:

a) Mely tranzíciók és milyen lekötéssel engedélyezettek a háló adott állapotában?

b) Adja meg, hogy az a) pont szerinti lehetséges tüzelések után mik lesznek a háló következő jelölései!

c) Elérhető-e a hálóban ciklikus működés (ciklikus tüzelési szekvencia)? Válaszát indokolja!

Megoldás:

a) Engedélyezett tranzíció lekötéssel:	**b) A tüzelés után a háló következő jelölése:**			
	Waiting	**Handshake**	**Acknowledged**	**Processing**
t3 (a=S, t=1)	1’S		1’(P,2)++1’(Q,2)++1’(R,1)	
t6 (a=P, b=Q, t=2, u=2)			1’(R,1)	1’(P,2)++1’(Q,2)++1’(S,1)
t6 (a=Q, b=P, t=2, u=2)			1’(R,1)	1’(P,2)++1’(Q,2)++1’(S,1)
t7 (a=S, t=1, u=2)			1’(P,2)++1’(Q,2)++1’(R,1) ++1’(S,2)	

c) Van, pl. t3 (a=S, t=1) tüzelése után t1 (a=S) → t2 (a=S) → t1 (a=S) → t2 (a=S) → …