

Formális módszerek (VIMIMA07)	2019/2020. tanév II. félév					2020. június 9.
PPZH1 Pót-pótzárhelyi, ZH1 pótlása	1.	2.	3.	4.	5.	Összesen
<i>Minden feladatot külön oldalon kezdjen!</i>						
<i>Minden oldalra írja fel nevét és Neptun kódját!</i>	7 pont	5 pont	5 pont	6 pont	12 pont	35 pont

1. Elméleti kérdések (7 pont)

1.1. Adja meg, hogy az alábbi állítások közül melyik *igaz*, *hamis*, illetve *nem eldönthető*, hogy igaz vagy hamis!

3 pont

- A. Kripke tranzíciós rendszer (KTS) modellek esetén vagy csak állapotcímkék, vagy csak tranzíció címkék használhatók.
- B. Ha egy invariáns tulajdonság korlátos modellellenőrzése egy ellenpéldát talál, akkor mindig meg kell nézni, hogy ez az ellenpéllda a korlát növelése esetén is érvényes-e.
- C. Egy logikai függvény ROBDD-je mindig kevesebb csomópontot tartalmaz, mint a függvényhez tartozó bináris döntési fa.

1.2. Rajzolja fel azt a *lehető legkevesebb* címkézett állapotot tartalmazó állapotsorozatot, amin teljesül az **XX (P U Q)** és az **XX F(P ∧ Q)** temporális logikai tulajdonság, de nem teljesül az **XX Q** tulajdonság.

3 pont

1.3. Írja le, hogy az (UPPAAL eszközben használt) időzített automaták esetén milyen működésű az „urgent” csatorna (azaz milyen viselkedést eredményez a használata)!

1 pont

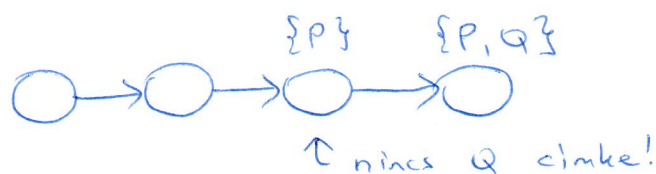
Megoldás:

1.1. A: Hamis. Mindkét típusú címke használható.

B: Hamis. A talált ellenpéllda mindig érvényes.

C: Hamis. A csomópontok száma lehet egyenlő is.

1.2. Az állapotsorozat:

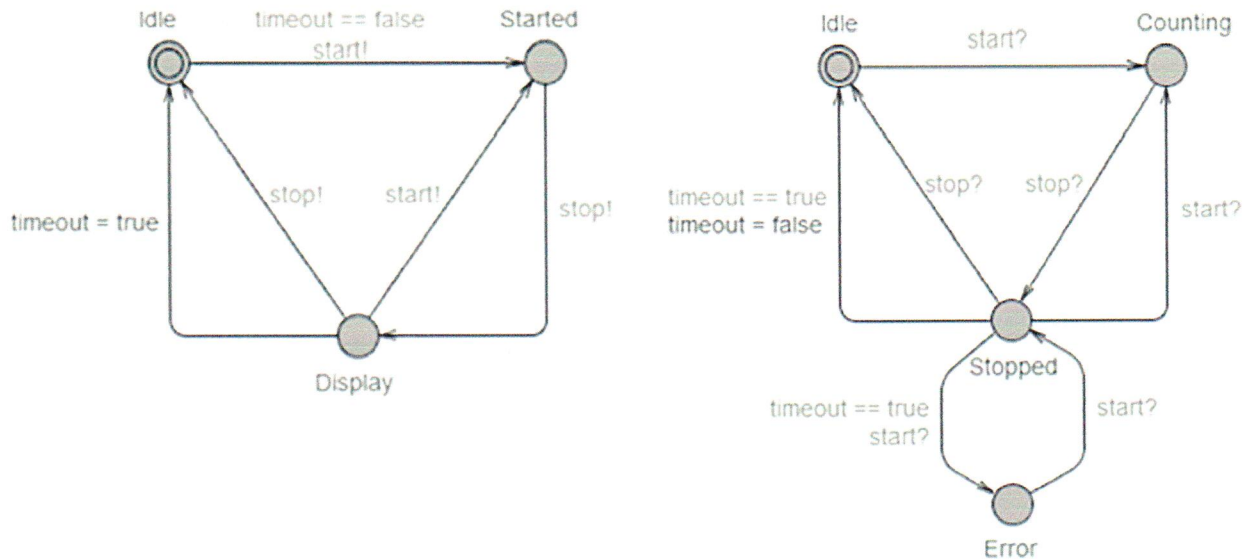


1.3. Az „urgent” csatorna:

A szinkronizációt a csatornán várakozás nélkül végre kell hajtani (ha lehetséges).

2. Modellezés (5 pont)

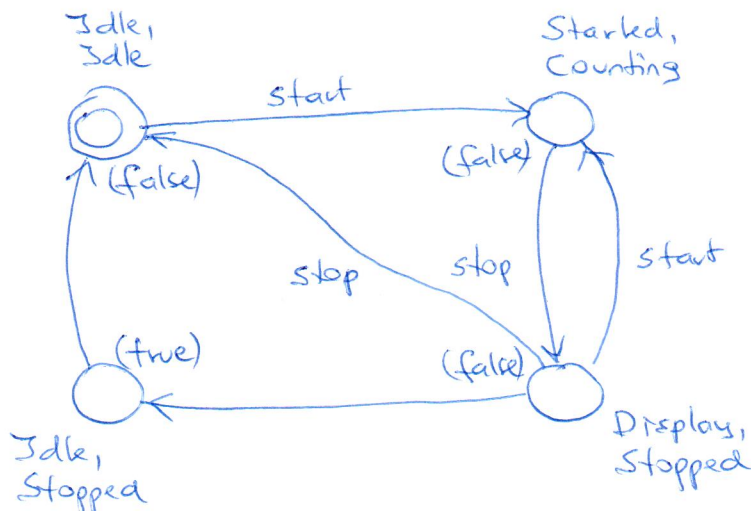
Az alábbi ábrákon látható két (az UPPAAL eszközben modellezett) automata, ezek egy stopperóra vezérlőjének állapotait (*Idle*, *Started* vagy *Display*), és a stopper számlálójának állapotait (*Idle*, *Counting*, *Stopped* vagy *Error*) modellezzik. Az automaták egy logikai változót (*bool timeout*), és két csatornát (*chan start*, *stop*) használnak. A logikai változó kezdetben hamisra van állítva. Figyeljen arra, hogy őrfeltételekben „= =” szerepel, míg értékadásokban „=”.



Készítse el a két automata együtteseként tekintett *teljes rendszer* Kripke-struktúra modelljét, a vezérlő és a számláló elérhető állapotkombinációit és a köztük lévő átmeneteket felvéve. A Kripke-struktúra minden állapotát címkézze meg azzal, hogy a vezérlő és a számláló mely állapotait reprezentálja (használhatja az állapotok kezdőbetűit).

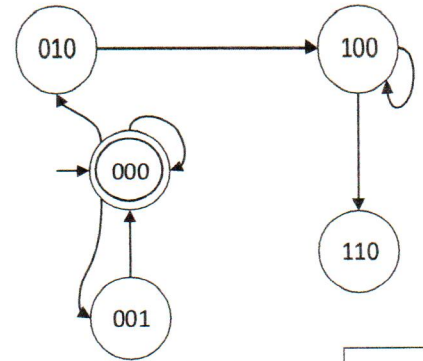
5 pont

Megoldás:



3. Bináris döntési diagramok (5 pont)

Adott az ábrán látható Kripke-struktúra, melynek állapotai három biten, x, y, z változók segítségével vannak kódolva (tehát például egy lehetséges 010 kódolású állapot esetén $x=0, y=1, z=0$).



3.1. Adja meg a Kripke-struktúra *kezdőállapotának* karakterisztikus függvényét, valamint a kezdőállapotból induló *állapotátmenetek halmazának* karakterisztikus függvényét!

2 pont

3.2. Ábrázolja a Kripke-struktúra *állapotainak halmazát* reprezentáló karakterisztikus függvényt ROBDD alakban! A változók sorrendezése legyen x, y, z !

3 pont

Megoldás:

3.1. $C_{000} = \neg x \wedge \neg y \wedge \neg z$

$$C_{R(000)} = ((\neg x \wedge \neg y \wedge \neg z) \wedge (\neg x' \wedge \neg y' \wedge \neg z')) \vee$$

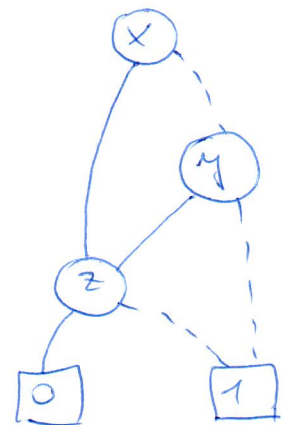
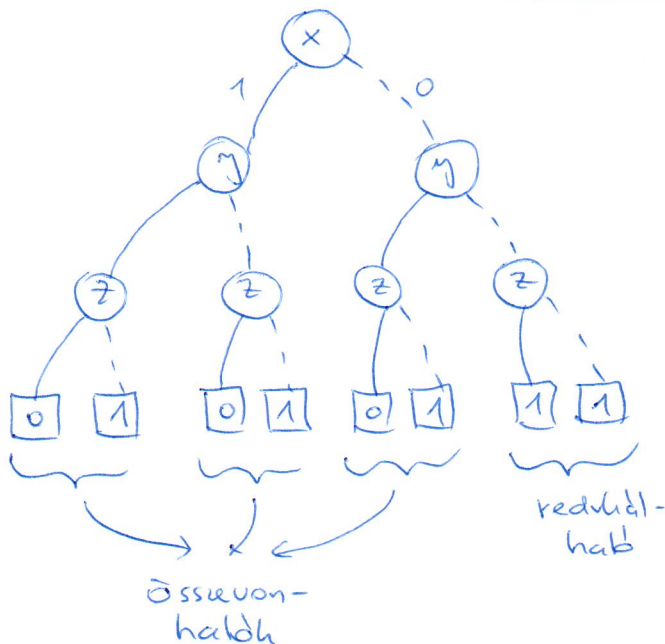
$$((\neg x \wedge \neg y \wedge \neg z) \wedge (\neg x' \wedge y' \wedge \neg z')) \vee$$

$$((\neg x \wedge \neg y \wedge \neg z) \wedge (\neg x' \wedge \neg y' \wedge z'))$$

3.2. Állapotok halmazának karakterisztikus függvénye:

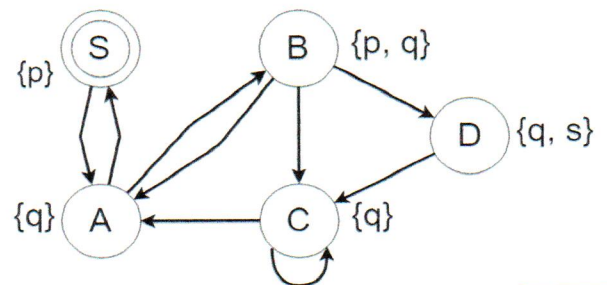
Bináris döntési fa:

ROBDD:



4. CTL modellellenőrzés (6 pont)

Adott a következő Kripke-struktúra S kezdőállapottal:



A tanult iteratív állapotcímkezési eljárást végrehajtva ellenőrizze a modellen, hogy teljesül-e a kezdőállapotból az alábbi CTL kifejezés: $\mathbf{EX\ A\ (q \wedge p)\ U\ (\neg p)}$

Az iteráció minden lépéséhez adja meg a címkéző kifejezést és (felsorolással) a címkézett állapotok halmazát.

6 pont

Megoldás: Az iteratív címkézés lépései:

- ① $\neg p$ címke felkerül: A, C, D állapotokra
- ② $q \wedge p$ címke felkerül: B állapotra
- ③ $A((q \wedge p) \vee (\neg p))$ címke felkerül oda, ahol $\neg p$ van:
A, C, D állapotokra
- ④ $A((q \wedge p) \vee (\neg p))$ címke felkerül azokra az állapotokra, ahol $(q \wedge p)$ van, valamint minden elérhető állapottan $A((q \wedge p) \vee (\neg p))$ már van:
B állapotra
Ilyen módon további címkézhető állapot nincs.
- ⑤ $\mathbf{EX\ A((q \wedge p) \vee (\neg p))}$ címke felkerül azokra az állapotokra, amelyeknek van olyan elérhetője, ahol $A((q \wedge p) \vee (\neg p))$ címke már van:
S, A, B, C, D állapotokra

Az S kezdőállapotra tehát teljesül a CTL kifejezés.

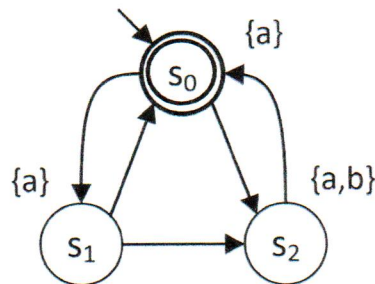
5. LTL követelményformalizálás és ellenőrzés (12 pont)

Óránként feljegyezzük, hogy az adott órában milyen az egyetem épületének áramellátása, valamint az eszközeink (egy webszerver és egy switch) működőképessége. Az áramellátás állapota lehet *zavartalan*, *generátoros*, vagy *áramszünet*. Az eszközök állapotát azzal jellemezhetjük, hogy van-e *webszerver hiba* és/vagy *switch hiba*.

Formalizálja LTL kifejezések segítségével az alábbi három követelményt, amelyek a rendszer viselkedésére *minden esetben* (folyamatosan) vonatkoznak:

- 5.1. Ha két órán át áramszünet van, akkor előbb-utóbb webszerver hiba és switch hiba fog bekövetkezni.
- 5.2. Amíg működik a generátor, addig nem következik be switch hiba.
- 5.3. Ha egy adott órában áramszünet van, akkor előbb-utóbb újra zavartalan lesz az áramellátás, vagy a következő órában generátoros.
- 5.4. Tabló módszerrel ellenőrizze a lenti Kripke-struktúrán a $\neg(\mathbf{a} \mathbf{U} \mathbf{b})$ követelmény teljesülését! Ha a követelmény nem teljesül, adjon meg a *tabló alapján* egy ellenpéldát is.

2 pont
2 pont
2 pont
6 pont



Megalds:

- 5.1. $G((\text{drámszünet} \wedge X \text{ drámszünet}) \Rightarrow F(\text{webszerverhiba} \wedge \text{switchhiba}))$
- 5.2. $G((\neg \text{switchhiba}) \vee (\neg \text{generátor}))$
- 5.3. $G(\text{drámszünet} \Rightarrow (F \text{ zavartalan} \vee X \text{ generátor}))$
- 5.4. A tábl:
- | | |
|--|--|
| | |
|--|--|

