

<b>Formális módszerek (VIMIMA07)</b>	<b>2019/2020. tanév II. félév</b>					2020. április 7.
<b>PZH1 Első zárthelyi dolgozat pótlása</b>	1.	2.	3.	4.	5.	Összesen
Minden feladatot külön oldalon kezdjen! Minden oldalra írja fel nevét és Neptun-kódját!	7 pont	5 pont	5 pont	6 pont	12 pont	35 pont

### 1. Elméleti kérdések (7 pont)

- 1.1. Írja le az alábbi állításokról, hogy *igaz*, *hamis*, vagy *nem eldönthető* (az, hogy igaz vagy hamis).
- A. Kripke tranzíciós rendszer (KTS) modellek esetén az állapotátmenetekhez őrfeltétel is rendelhető, és az állapotátmenet csak akkor hajtható végre, ha az őrfeltétel igaz.
- B. A tabló módszerrel csak olyan ellenpéldát tudunk megtalálni, ami nem ciklikus végrehajtást jelent a modellben.
- C. Egy logikai függvényhez tartozó bináris döntési fa mindig több csomópontot tartalmaz, mint a függvény ROBDD-je.
- 1.2. Rajzolja fel azt a *lehető legkevesebb* címkézett állapotot tartalmazó állapotsorozatot, amin nem teljesül az  $X Q$  tulajdonság, de teljesül a  $P U Q$  és az  $X F(P \wedge Q)$  temporális logikai tulajdonság.
- 1.3. Írjon fel egy olyan temporális logikai kifejezést, ami szintaktikailag helyes CTL kifejezés, de nem helyes kifejezés az A útvonal kvantorral kiterjesztett PLTL esetén.

3 pont

3 pont

1 pont

### Megoldás:

#### 1.1

A: Hamis. KTS-ben nem rendelhető őrfeltétel az állapotátmenetekhez.

B: Hamis. A tabló módszerrel ciklikus ellenpélda is található (pl. az U operátor esetén).

C: Hamis. Lehetséges olyan eset, amikor a bináris döntési fa és az ROBDD azonos számú csomópontot tartalmaznak (pl. az  $f(x)=x$ , vagy az  $f(x,y) = x \leftrightarrow y$  logikai függvény esete).

#### 1.2:



#### 1.3:

Sokféle ilyen kifejezés lehetséges.

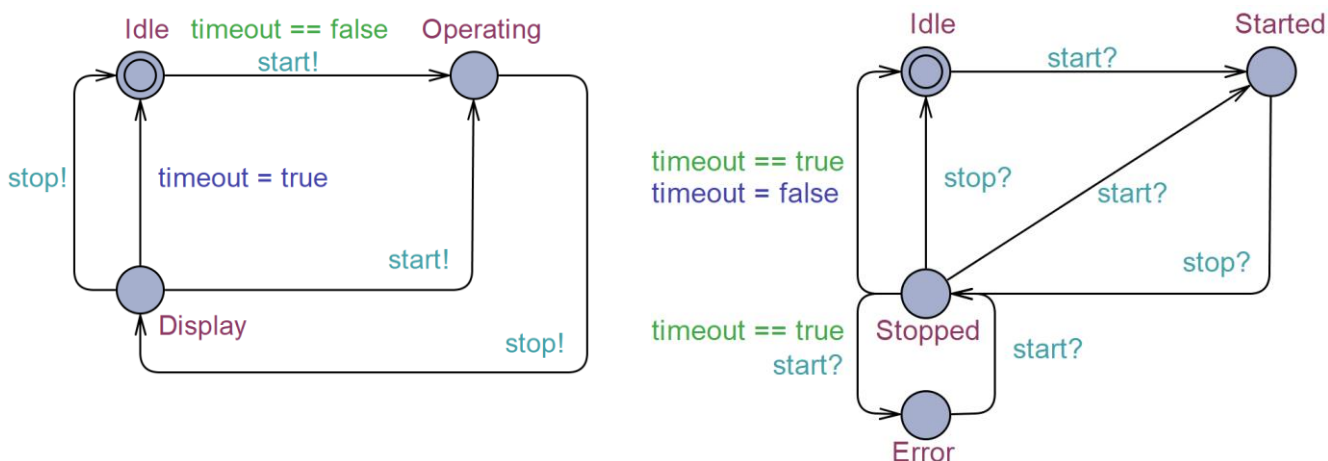
Pl. azok a szintaktikailag helyes CTL kifejezések, amelyek tartalmazzák az EX, EF, EG, EU temporális operátorok valamelyikét, vagy amelyek több CTL temporális operátort tartalmaznak.

## 2. Modellezés (5 pont)

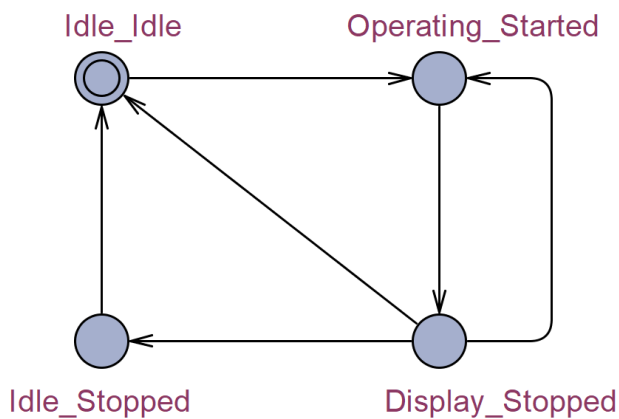
Az alábbi ábrákon látható két (az UPPAAL eszközben modellezett) automata, ezek egy digitális stopperóra vezérlőjének állapotait (*Idle*, *Operating* és *Display*), és a számláló állapotait (*Idle*, *Started*, *Stopped* és *Error*) modellezik. Az automaták egy logikai változót (*bool timeout*), és két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

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

5 pont

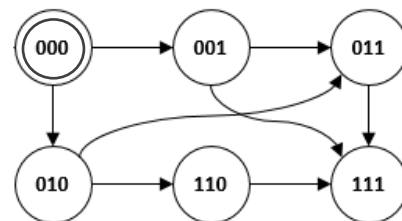


### Megoldás:



### 3. Bináris döntési diagramok (5 pont)

Adott a jobb oldali ábrán látható Kripke-struktúra, melynek állapotai 3 biten,  $x, y, z$  változók segítségével vannak kódolva (tehát például a 000 kódolású kezdőállapot esetén sorban  $x=0, y=0, z=0$ ).



3.1. Adja meg a Kripke-struktúra *kezdőállapotának*, valamint a kezdőállapotból induló  $000 \rightarrow 001 \rightarrow 111$  *útvonalának* 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:

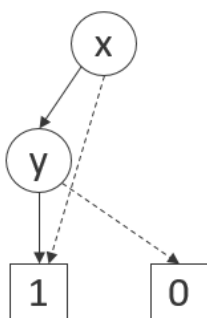
3.1:

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

$$C_{000 \rightarrow 001 \rightarrow 111} = (\neg x \wedge \neg y \wedge \neg z) \wedge (\neg x' \wedge \neg y' \wedge z') \wedge (x'' \wedge y'' \wedge z'')$$

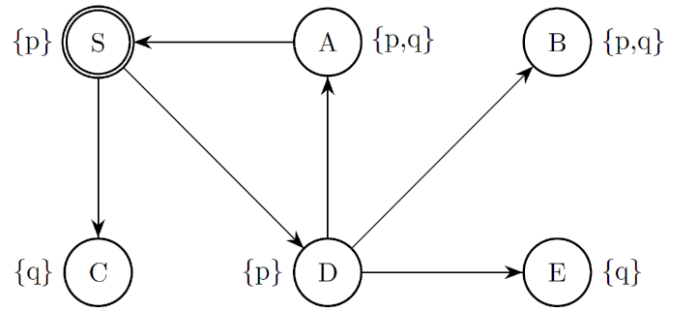
3.2:

Az ROBDD (megkapható a bináris döntési fa felírásával, majd az azonos részfák összevonásával és a redundáns csomópontok redukálásával):



#### 4. CTL modellellenőrzés (6 pont)

Adott a jobb oldali Kripke-struktúra az S kezdőállapottal és a megadott állapotcímkékkel.



- 4.1. A tanult iteratív állapotcímkézési eljárást végrehajtva ellenőrizze a modellen, hogy teljesül-e a kezdőállapotból az alábbi CTL kifejezés:  $A ((EX p) U q)$ . Az iteráció minden lépéséhez adja meg a címkéző kifejezést és (felsorolással) a címkézett állapotok halmazát.

6 pont

#### Megoldás:

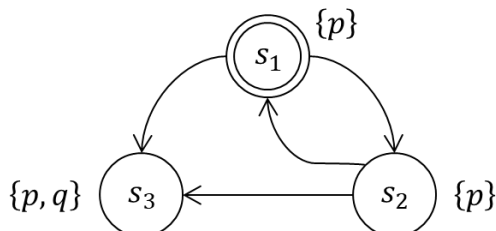
1. lépés: S, A, D állapotokra  $EX p$  címke (van olyan közvetlen rákövetkezője, amin van  $p$  címke).
2. lépés: A, B, C, E állapotokra  $A ((EX p) U q)$  címke (ahol van  $q$  címke).
3. lépés: D állapotra  $A ((EX p) U q)$  címke (ahol már van  $EX p$  címke és minden közvetlen rákövetkezőjén már van  $A ((EX p) U q)$  címke).
4. lépés: S állapotra  $A ((EX p) U q)$  címke (ahol már van  $EX p$  címke és minden közvetlen rákövetkezőjén már van  $A ((EX p) U q)$  címke). Az iterációnak vége.

A kifejezés teljesül a kezdőállapotban, mivel az S állapotban ott van az  $A ((EX p) U q)$  címke.

## 5. LTL követelményformalizálás és ellenőrzés (12 pont)

Egy csevegőprogramban egy beszélgetést követhetünk *megfigyelőként* vagy *résztevőként*, illetve *távol* maradhatunk. A csevegés közben üzeneteket *írhatunk*, *olvashatunk*, illetve *figyelmeztetést* kaphatunk. Időegységenként rögzítjük ezeket a jellemzőket. Formalizálja LTL operátorok és az előbbieken szereplő dőlt betűs atomi kijelentések segítségével az alábbi három követelményt, amelyek a rendszer viselkedésére minden esetben (folyamatosan) vonatkoznak:

- 5.1. Ha *résztevők* vagyunk egy beszélgetésben, és *figyelmeztetés* érkezik, akkor legfeljebb két időegységen belül *írunk* egy választ. 2 pont
- 5.2. Sem üzeneteket nem tudunk *írni*, sem *figyelmeztetést* nem kapunk addig, amíg *résztevőként* nem csatlakozunk. 2 pont
- 5.3. Aki *megfigyelő*, az előbb-utóbb *távol* marad a beszélgetéstől. 2 pont
- 5.4. Tabló módszerrel ellenőrizze a lenti Kripke-struktúrán (amelynek kezdőállapota  $s_1$ ) a  $\neg(p \text{ U } q)$  követelmény teljesülését! Ha a követelmény nem teljesül, adjon meg a *tabló alapján* egy ellenpéldát is. 6 pont



### Megoldás:

5.1:  $G ( (résztevő \wedge figyelmeztetés) \rightarrow (X \text{ ír} \vee XX \text{ ír}) )$

5.2:  $G ( (\neg \text{ír} \wedge \neg \text{figyelmeztetés}) \text{ U résztvevő} )$

5.3:  $G ( \text{megfigyelő} \rightarrow F \text{ távol} )$

5.4: A  $p \text{ U } q$  kifejezés tablójának építése szükséges az  $s_1$  állapotból. Ellenpélda:  $s_1, s_3$  vagy  $s_1, s_2, s_3$ .

