2. gyakorlat – Állapot alapú modellezés – Megoldások

Figyelem: Jelen anyag belső használatra készült megoldási útmutató, melyet a ZH felkészülés segítése érdekében publikáltunk. A feladatok részletesebb megoldása magyarázattal gyakorlaton hangzott el.

1. feladat

Közlekedési lámpát vezérlő elektronikát tervezünk.

a) Készítsd el egy egyszerű háromfényű piros–sárga–zöld közlekedési lámpa olyan állapotterét, amely kellően finom ahhoz, hogy a lámpák vezérlését ez alapján lehessen végezni! Győződj meg arról, hogy az állapottér kizárólagos és teljes!
b) A három égőnek külön-külön mi az állapottere? Milyen absztrakciós viszony áll fent a lámpa és az egyes égők állapottere közt? Hogy viszonyul a lámpa állapottere a három állapotváltozó direkt szorzatához?
c) Mik az érvényes állapotátmeneti szabályok? Készítsd el az állapotgráfot!
d) A piros jelzés végén van egy olyan időszak, amikor a merőleges gyalogosátkelő zöld lámpája már villog. Finomítsuk úgy az állapotgráfot, hogy ez az állapot elkülöníthető legyen!
e) Amikor a lámpa elektromos fogyasztását vizsgáljuk, csak az érdekel, hogy a három égőből hány ég egyszerre. Absztraháld az állapotgépet úgy, hogy az állapotokat csak a fogyasztásuk különböztesse meg!

Megoldás

a) { *piros*, *sárga*, *zöld*, *piros-sárga*, *villogó sárga*, *kikapcsolt* }, röviden: $S = \{p, s, z, ps, \bar{s}, \circ\}$. Ez kizárólagos és teljes. A kezdeti állapot: p.

b) $S_p = \{p, \circ\}$, $S_s = \{s, \bar{s}, \circ\}$, $S_z = \{z, \circ\}$.

"Milyen absztrakciós viszony áll fent a lámpa és az egyes égők állapottere közt?" Az absztrakciós viszony a *vetítés*. Egy komponens állapottere mindig állapottere a teljes rendszer állapotterének (hiszen a többi komponens állapota "elhagyható", azaz összevonható egy állapotba).

Direkt szorzat: $S_p \times S_s \times S_z$, $2 \times 3 \times 2 = 12$ elemű lesz. A direkt szorzat elemei háromtagú vektorok (n-esek, tuple), pl.: $\langle p, s, \circ \rangle$, amit most ps formában fogunk rövidíteni.

Ebből természetesen nem minden állapot fordul elő: $S \subset S_p \times S_s \times S_z$

A $S_p \times S_s \times S_z$ Descartes-szorzat táblázatban:

		S_s		
S_p	S_z	s	$\bar{s}$	$\circ$
p	z	psz	$p\bar{s}z$	pz
	$\circ$	ps^*	$p\bar{s}$	p^*
$\circ$	z	sz	$\bar{s}z$	z^*
	$\circ$	s^*	$\bar{s}^*$	$\circ^*$

Az *-gal állapotok az eredeti állapottérben is megjelennek.

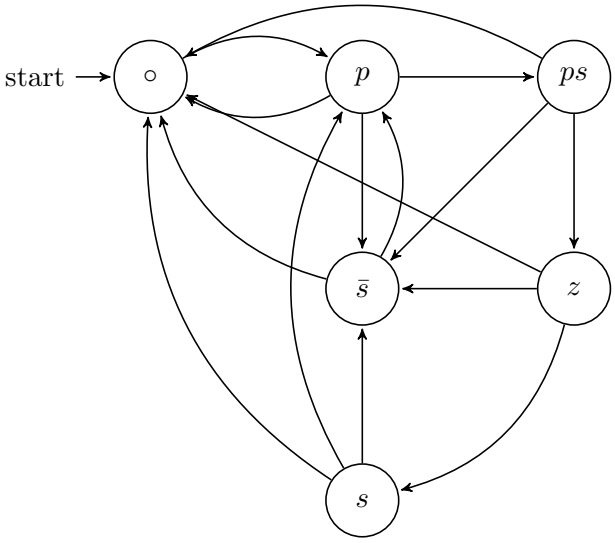
c) A cél az érvényes állapotátmeneti szabályok megállapítása a hat állapot között. Sok tervezői döntéssel szembesülünk, ezekre egy-egy választ adtunk zárójelben:

- Kötelezően pirosnak kell lennie bekapcsolás után? (igen)
- Csak a szabályos működést modellezzük? (igen)
- Ha elmegy az áram, az hibás működés? (igen, vegyük úgy, hogy csak tervezett áramszünetek vannak)
- Pirosból pirosba mehet? (nem rajzoljuk fel, mert semmi megfigyelhető nem történik)
- Piros-sárgából mehet rögtön pirosba, pl. baleset esetén? (nem)

A KRESZ könyvben található állapotgép-jellegű ábra, de csak a piros, piros-sárga, zöld és sárga állapotokat tartalmazza.

Az állapotgép bárhonnan kerülhet kikapcsolt ($\circ$), ill. villogó ($\bar{s}$) állapotba (utóbbi esetén kivéve kikapcsolt állapotból).

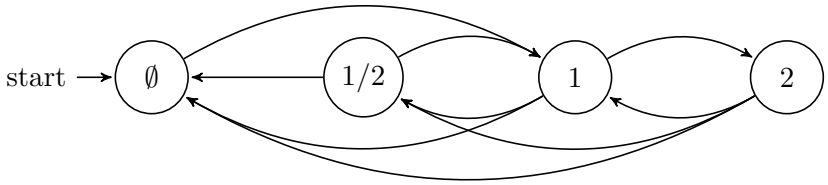
Egy lehetséges megoldás:



d) Bontsuk fel a piros állapotot két állapotra: piros és a gyalogosoknak folyamatos zöld (p_{fz}), piros és a gyalogosoknak villogó zöld (p_{vz}). Az állapotgráfra is vigyük át a változtatást: a két állapot között $p_{fz} \to p_{vz}$ átmenet van, a többi értelemszerűen berajzolandó.

Itt tovább lehet gondolni azt, hogy szükség van-e olyan állapotra, amikor az autósoknak és a gyalogosoknak is piros a lámpa. Ha az előző részben úgy döntöttünk, hogy a lámpának kötelezően pirosnak kell lennie bekapcsolás után, akkor itt is érdemes ezt megvalósítani: ebben az esetben a piros állapotot három állapotra kell felbontani: p_p, p_{fz}, p_{vz}.

e) 4-állapotú állapottér, fogyasztások: $0, 1/2, 1, 2$ (egyszerre mindhárom nem világíhat). Az 1-es állapotra rajzolhatnánk hurokélet (pl. zöld $\to$ sárga $\to$ piros esetén mindig csak egy lámpa világíthat), de ezt nem tesszük meg, mivel nem figyelhető meg kívülről. Többszörös éleket (ha nincs rajtuk különböző bemenet/kimenet) nem rajzolunk be.



2. feladat

A háromrétegű architektúra felépítése:

réteg	**komponens**
megjelenítési réteg	webszerver
üzleti logikai réteg	alkalmazásszerver
adatelérési réteg	adatbázisszerver

Háromrétegű kiszolgáló infrastruktúránk viselkedésének modellezésére megfelelő állapotterek-e a következők:

a) { *Webszerver*, *Alkalmazásszerver*, *Adatbázisszerver* }

b) { *Webszerver dolgozik*, *Alkalmazásszerver dolgozik*, *Adatbázisszerver dolgozik* }
c) { *Leállítva*, *Tétlen üzemel*, *Aktívan dolgozik* }
d) $\mathbb{N}$ (mint a pillanatnyilag feldolgozás alatt álló kérések száma)
e) { *A kérés feldolgozása még nem kezdődött el*, *A szerverek épp dolgoznak a kéréssel*, *A kérés kiszolgálása befejeződött* }

Megoldás

Fogalmak:

- **Adatbázisszerver**: hosszútávon tároljuk az adatokat
- **Alkalmazásszerver**: az üzleti logikáért felelős alkalmazást futtatja
- **Webszerver**: megjelenítést felelős, generálja a HTML oldalakat

Válaszok:

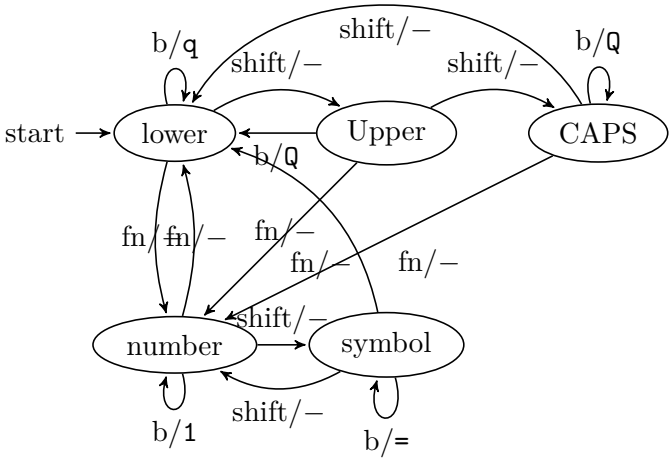
a) Nem. A három közül *pontosan egynek* kell igaznak lennie minden időpillanatban.
b) Nem. Egyszerre több gép is dolgozhat.
c) Igen. Természetesen elképzelhetők további állapotok is, pl. *hibernált*.
d) Igen, ez egy végtelen állapotteret eredményez. A kizárólagosság mellett fontos vizsgálni, hogy teljes-e. Pl. 3,5 vagy -9 kérés nem lehet a rendszerben, ezért teljes. Ezzel persze a kérések eloszlását nem tudjuk megnézni.
e) Igen, ha egyszerre egy kérés lehet a rendszerben. Ezzel azonban a modellünk nem lesz alkalmas terhelések vizsgálatára.

3. feladat

Modellezzük állapotgéppel egy mobiltelefon érintőképernyőjére tervezett virtuális billentyűzetet! A billentyűzeten egyszerre vagy a kisbetűk, vagy a nagybetűk, vagy a számok és fontosabb szimbólumok, vagy ritkább szimbólumok láthatóak. Az elsődleges üzemmódváltó gomb a betűk és a számok/szimbólumok beírása között vált, a másodlagos üzemmódváltó pedig ezen kategóriákon belül. Létezik továbbá egy olyan nagybetűs állapot is, amely egy betű leütése után automatikusan kisbetűsre vált. Vegyük figyelembe a bal felső gombot (`q/Q/1/=`), ill. a két üzemmódváltó gombot mint inputot, és a szövegmezőbe begépelt karaktereket mint outputot!

Megoldás

Fontos, hogy csak egy billentyűt kell feltüntetnünk az állapotgépen, ez segíti az áttekinthetőséget is. Egy lehetséges megoldás az alábbi:



A jelenlegi megoldásnál a *number* és a *symbol* állapotokból az `fn` megnyomására mindig a *lower* állapotba kerül az automata. A valóságban a fejlettebb implementációk képesek megjegyezni azt, hogy a *lower*, *Upper* és *CAPS* állapotok közül melyikben voltak és abba lépnek vissza.
Ez az állapotgépben úgy valósítható meg, hogy 1) finomítjuk a *number* és a *symbol* állapotokat (*numbers with lower*, *numbers with Upper*, *numbers with CAPS*) helyett 2) history state-et vezetünk be (erről a *A programozás alapjai 3* tárgyban lesz részletesen szó).

4. feladat

Egy út mentén 10 jelzőlámpa található, egyenként 4 állapottal. Legfeljebb hány állapota lehet a teljes rendszernek?

Megoldás

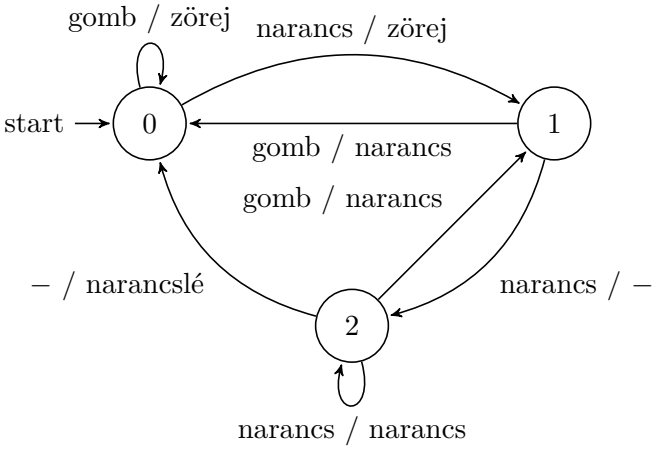
$4^{10} = 2^{20} = (2^{10})^2 \approx 10^6$.
Természetesen nem biztos, hogy minden állapot elérhető is lesz, hiszen a jelzőlámpák állapotátmenetei nem biztos, hogy függetlenek egymástól.

5. feladat

Figyelem: a − jel a bemeneti jel pozíciójában spontán állapotátmenetet jelöl, a kimenet helyén pedig kimenet hiányát, egyik esetben sem *don't care* szimbólum.

a) Tekintsük az M állapotgépet! Determinisztikus-e a viselkedésmodell? Hozzávehető-e, ill. elhagyható-e egyetlen állapotátmeneti szabály, hogy ez megváltozzon?
b) Absztraháljuk az M állapotgráfot a $\{ \{ 0 \}, \{ 1, 2 \} \}$ állapotpartíció szerint! A nemdeterminizmus milyen formái figyelhetőek meg az eredményként kapott állapotgráfon?

M állapotgép:



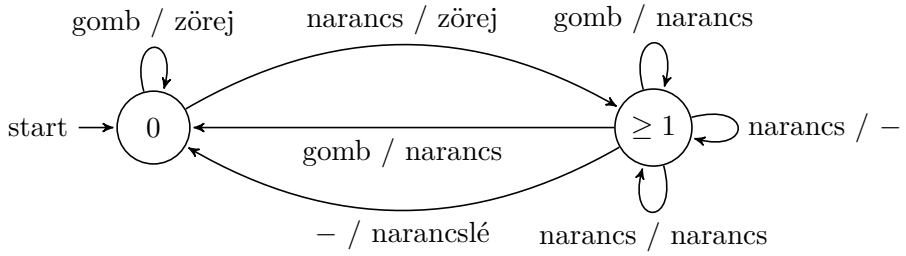
Megoldás

A állapotgép egy narancsprést modellez. A rendszer állapotai az adott pillanatban a narancsprésben található narancsok darabszáma. A *gomb* egy bedobott narancsot ad vissza, ha a gépben van narancs, egyébként *zörejt* okoz. Az első narancs bedobása szintén *zörejt* vált ki (a többi narancs narancsra esik). A rendszer nem engedi, hogy kettőnél több narancs legyen a gépben. Amennyiben két narancs van a gépben. Egy *spontán állapotátmenet* kimeneteként előáll a narancslé.
A *zörej* kiemeneti jel finomításával (*tokenfinomítás*) meg lehetne különböztetni a gomb és a narancs által kiváltott zörejt (pl *kattogás* és *puffanás*), ezzel tovább konkretizálva a modellt.

a) Ez úgy dönthető el, ha végignézünk minden állapotot és a kimenő élekre ellenőrizzük, hogy minden input esetén csak egy él megy-e ki. Ennek *majdnem* megfelel az állapotgépünk, azonban

van olyan állapotátmenet, amelynél − karakter van a bemeneten (tehát bármely input helyett választható ez), ezért az állapotgép *nem determinisztikus*.

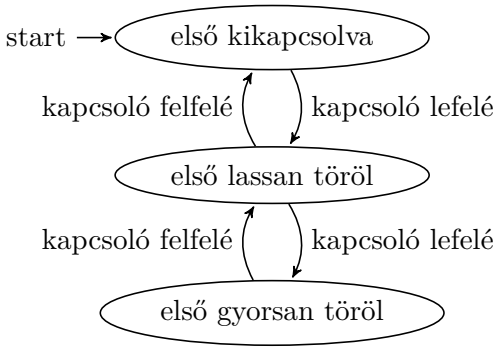
b) A megoldást az alábbi állapotgráf szemlélteti:



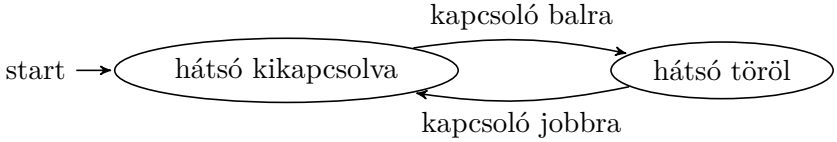
Az állapotgép az 1 és 2 állapotok összevonásával keletkezik.
A kapott állapotgép az eredeti állapotgép egy absztrakciója, mely az eredeti állapotgép végrehajtássorozatain kívül számos más végrehajtássorozatot is megenged. Ezek közül néhány akár valós rendszer viselkedése is lehet: az absztrakt rendszer a közös absztrakciója az n narancsból ($n > 1$) narancslevet készítő narancspréseknek. Az absztrakt állapotgép ugyanakkor olyan végrehajtássorozatokat is megenged, amelyeket nem egy valós narancsprés viselkedését modellezik.
Az absztrakt állapotgépben a spontán állapotátmeneten kívül is jelenik meg nemdeterminizmus: ≥ 1 állapotban a *gomb*, illetve *narancs* bemeneti események több tranzíciót is kiválthatnak. Az eredeti nemdeterminizmus abból fakadt, hogy maga a modellezett rendszer volt nemdeterminisztikus működésű. A most újonnan bevezetett nemdeterminizmus forrása az absztrakció: elhanyagoljuk azt a tudást, amely alapján determinisztikusan dönteni lehetne (ez jó is lehet, pl. ha sok rendszerről egyszerre akarunk beszélni).

6. feladat

Egy autóban az első ablaktörlőnek három állapota van (*első kikapcsolva*, *első lassan töröl*, *első gyorsan töröl*), a hátsó ablaktörlőnek kettő (*hátsó kikapcsolva*, *hátsó töröl*). Az első ablaktörlő működését az M_1 állapotgép, a hátsóét az M_2 állapotgép modellezi.
Készítsd el az M_1 és M_2 állapotgépek aszinkron szorzatát!
M_1 állapotgép:

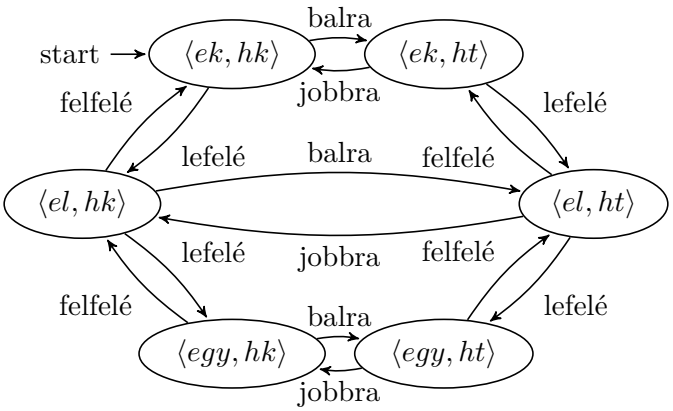


M_2 állapotgép:



Megoldás

Az aszinkron szorzat:


start
⟨ek, hk⟩
⟨ek, ht⟩
⟨el, hk⟩
⟨el, ht⟩
⟨egy, hk⟩
⟨egy, ht⟩
balra
jobbra
balra
jobbra
balra
jobbra
felfelé
lefelé
lefelé
felfelé
felfelé
lefelé
lefelé
felfelé