

IV. modul: Állapot összevonási módszerek

1. lecke: Állapot összevonási módszerek teljesen és nem teljesen specifikált hálózatokban

Cél:

A lecke célja, hogy a hallgató megismerje az állapot minimalizálás céljából szükséges állapot összevonási módszereket teljesen specifikált és nem teljesen specifikált hálózatok esetében.

Követelmények:

Ön akkor sajátította el megfelelően a tananyagot, ha

- képes az ekvivalencia-típusú és a kompatibilitás típusú reláció alapján állapot összevonásra teljesen specifikált és nem teljesen specifikált hálózatok esetében

Időszükséglet:

A tananyag elsajátításához kb. 120 percre van szükség.

Kulcsfogalmak:

- reflexivitás, szimmetria, tranzitivitás
- ekvivalencia-típusú reláció
- kompatibilitás típusú reláció
- zárt osztályhalmaz
- lépcsős tábla

Tevékenység: tanulmányozza a leckében bemutatott példákon keresztül a különböző állapot összevonási módszereket, és ezek alapján néhány korábbi mintapéldát szabadon kiválasztva végezzen a tanult módszerek alapján állapot összevonásokat!

A digitális hálózatok tervezése során elsődleges szempont a minimalizálás, vagyis a lehető legkevesebb alkatrész felhasználása, illetve legkisebb (legkedvezőbb) hálózati struktúra megalkotása. A hálózattervezési lépések során többször is alkalmunk nyílik erre: többek között ide tartozik az előzetes szimbolikus állapottáblán felvett állapotok számának csökkentése. Ezt állapot összevonással érhetjük el. Az állapotok összevonhatóságával kapcsolatban lefektettünk egy általános szabályt, mely szerint *az előzetes állapottábla két állapotát nem kell megkülönböztetni, ezért azok összevonhatók, ha*

- 1) *bemeneti kombinációnként egyeznek a hozzájuk rendelt kimeneti kombinációk,*
- 2) *és bemenő kombinációnként ugyanarra a következő állapotra vezetnek.*

Ezt az általános szabályt terjesszük ki a hálózatok specifikus mélységére vonatkozóan, azaz - feltételrendszerét tekintve - válasszuk szét a teljesen specifikált előzetes szimbolikus állapottáblával leírható hálózatok csoportját a nem teljesen specifikált előzetes szimbolikus állapottáblával jellemzett hálózatok csoportjától.

1.1 Állapot összevonás teljesen specifikált előzetes szimbolikus állapottáblán

1.1.1 Az ekvivalencia-típusú reláció

Az előzetes szimbolikus állapottáblát akkor tekintjük teljesen specifikáltnak, ha nem tartalmaz egyetlen „közömbös” bejegyzést sem. Ez alapján az állapot összevonás feltétele teljesen specifikált előzetes szimbolikus állapottáblán az alábbiak szerint fogalmazható meg:

két állapot a teljesen specifikált hálózat állapottábláján nem megkülönböztethető, ha a két állapotból elindulva bármely bemeneti sorozatra ugyanazt a kimeneti sorozatot látjuk.

Ha a teljesen specifikált hálózat állapotpárjait megvizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a „nem megkülönböztethető” pár-alkotást, mint *relációt* a következő tulajdonságok jellemzik:

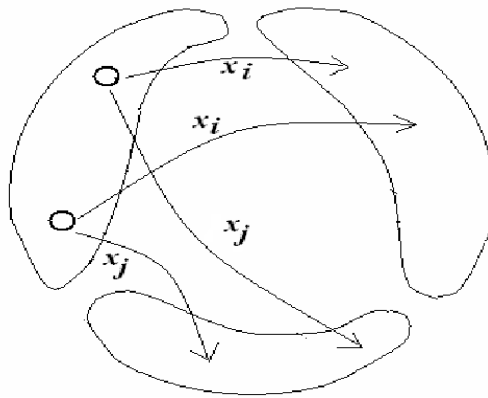
- 1) *reflexív*,
- 2) *szimmetrikus*
- 3) *transzítív*.

Az egyes tulajdonságok jelentése a következő:

- 1) a *reflexivitás* az a trivialitás, hogy egy szimbolikus állapot saját magától nem különböztethető meg, azaz $a \equiv a$.
- 2) *szimmetrikusak* azok a bináris relációk, amelyekre igaz, hogy amennyiben $a \equiv b$, akkor bizonyosan fennáll a $b \equiv a$ reláció is.
- 3) *transzítív* relációk esetén igaz, hogy amennyiben $a \equiv b$ és $b \equiv c$, akkor teljesül az $a \equiv c$ is.

Magától értetődő, hogy a teljesen specifikált állapottáblákra definiált nem megkülönböztethetőség reflexív, szimmetrikus és transzítív. Az ilyen relációkat **ekvivalencia-típusú relációknak** nevezzük. Szokás a teljesen specifikált hálózatnak ezt a tulajdonságát **állapot ekvivalenciának** is nevezni, azaz a nem megkülönböztethető állapot párok tagjait ekvivalenseknek mondjuk.

A megkülönböztethető állapot párok tagjait antivalens állapotoknak nevezzük. Az állapot összevonás szempontjából fontos tétel, hogy egy adott halmaz elemein értelmezett ekvivalencia típusú reláció a halmazt diszjunkt részhalmazokra bontja fel. Így az állapot ekvivalencia a teljesen specifikált hálózat állapothalmazát olyan, közös elemeket nem tartalmazó részhalmazokra bontja fel, amelyek az összevont állapothalmazt alkotják. Ezt szemléletesen mutatja az 1.1.1.a ábra, amelyen a diszjunkt részhalmazok egyikében két tetszőleges állapotból láthatjuk az x_i és x_j bemeneti kombinációkra történő elágazásokat. A lényeg, hogy az ekvivalens állapotok bemenő kombinációnként azonos részhalmazba ágaznak el.



1.1.1.a ábra[1]

Teljesen specifikált hálózat diszjunkt részhalmazai: példa két állapot x_i és x_j hatására képződő utódállapotainak azonos új osztályba történő származtatására

Az összevont állapotok alkotta új állapotokat megvalósító hálózat és az eredeti között nem ugyanolyan bemeneti sorozat alkalmazásával a kimeneti sorozatok között nem észlelhetünk különbséget. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy az előzetes állapottáblával megfogalmazott hálózat és az összevont állapottáblával megfogalmazott hálózat egymással ekvivalens.

Az ekvivalencia kimutatására az állapottábla alapján páronként kell vizsgálnunk az ekvivalencia vagy antivalencia tényét. Az alkalmazott jelölések a következők:

- $a \equiv b$: a és b állapotok ekvivalensek,
- $a < > b$: a és b állapotok antivalensek

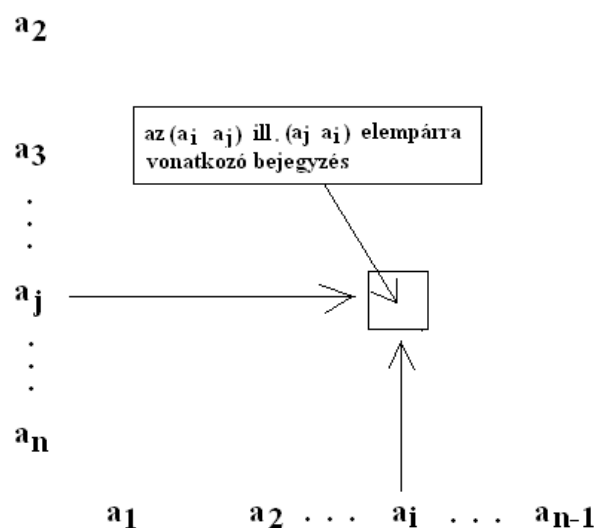
Az állapottábla analízise során sokszor nem lehet eldönteni azonnal az ekvivalencia vagy az antivalencia fennállását. Ezért, ha nem látjuk két állapotról azonnal, hogy antivalensek, akkor feljegyezzük azokat a feltételeket, amelyek fennállása esetén a két állapot ekvivalens.

A feltételes ekvivalenciát magával a feltétellel jelöljük. Például, ha a jelölés a következő felsorolás: $(ab, cd, \dots)$ akkor az a két állapot, amelyekre ez vonatkozik, feltételesen ekvivalensek, azaz csak akkor ekvivalensek, ha $a \equiv b$ és $c \equiv d$.

Megjegyzés: az első sorrendi hálózat tervezési feladataink megoldása során ennél szigorúbb feltételt alkalmaztunk: nevezetesen bemeneti kombinációnként megköveteltük mind a kimeneti kombinációk, mind a következő állapotok azonosságát. Az összevonhatóságot most sokkal mélyebben vizsgáltuk, így megfogalmazhattuk az összevonhatóság szükséges és elégséges feltételeit.

1.1.2 A lépcsős tábla

Ha egy halmaz n elemből áll, akkor egy $n \times n$ méretű négyzetrács négyzeteibe bejegyezhetjük egy bináris reláció teljesülését, nem teljesülését, vagy a teljesülés feltételeit. Ha a reláció szimmetrikus, elég ehhez az átló mentén felezett négyzetrács tábla, amit jellegzetes alakjáról *lépcsős táblának* nevezünk. A lépcsős tábla formája egy $a_1, a_2, \dots, a_n$ elemhalmaz esetén az 1.1.2.a ábrán látható. A lépcsős táblás állapot összevonás természetesen nem áll meg a páronként értelmezett ekvivalencia megállapításánál. Ha a tranzitivitást a megállapított állapotpárok között érvényesítjük, akkor kialakulnak a maximális ekvivalencia osztályok, azaz azok a diszjunkt állapot-halmazok, amelyeknél nagyobbakat már nem lehet találni. Így valamennyi állapot bekerül egy ekvivalencia osztályba, és nincs egyetlen olyan állapot sem, amely egynél több osztályba bekerülne.



1.1.2.a ábra[1]

A lépcsős tábla struktúrája

Példa:

keressünk állapot összevonási lehetőségeket az 1.1.2.b ábrán látható előzetes szimbolikus állapottáblán!

aktuális állapot	következő állapot/kimenet	
	$X=0$	$X=1$
a	c/0	b/1
b	d/1	e/0
c	a/0	d/1
d	b/1	e/0
e	e/0	a/1

1.1.2.b ábra

Mintapélda: egy teljesen specifikált hálózat előzetes szimbolikus állapottáblája

A fenti táblázat alapján készül el az 'elsőgenerációs' lépcsős tábla, amely az 1.1.2.c ábrán látható. Kitöltésekor a következő módszert alkalmazzuk:

- ha a kimenetek is és a következő állapotok is bemeneti kombinációként azonosak, akkor a keresztezési cellába beírjuk az ekvivalencia szimbólumát ($\equiv$),
- ha a kimeneti értékek legalább egy bemeneti kombinációra különbözők, akkor a keresztezési cellába beírjuk az antivalencia szimbólumát ($\langle \rangle$),
- ha a kimeneti értékek bemeneti kombinációként megegyeznek, de a következő állapotok legalább egy bemeneti kombinációnál eltérnek, akkor a 'feltétel' bejegyzés kerül a keresztezési cellába. Egnél több eltérés esetén a részfeltételek 'ÉS' kapcsolatba kerülnek.

b	<>			
c	bd	<>		
d	<>	≡	<>	
e	ab ce	<>	ad ae	<>
	a	b	c	d

1.1.2.c ábra[1]

A mintafeladathoz tartozó 'elsőgenerációs' lépcsős tábla

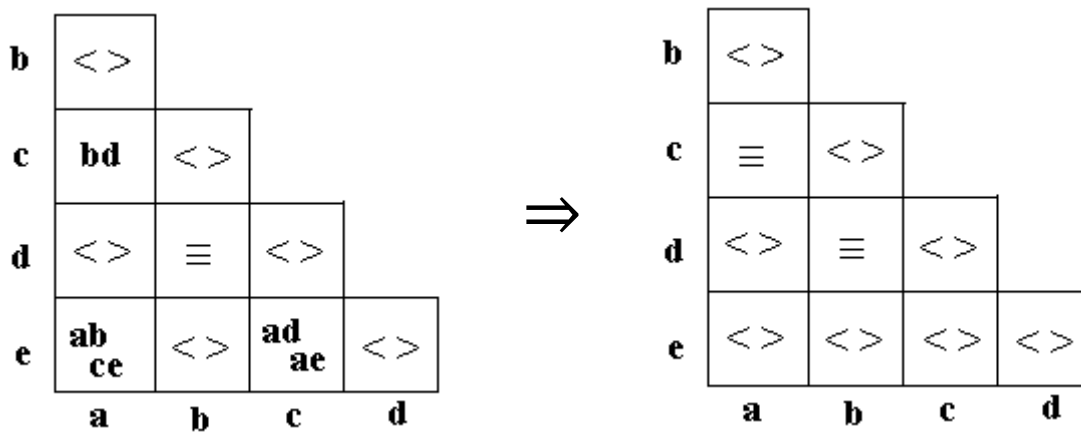
Példaképpen nézzünk meg néhány bejegyzést:

- az elsőként vizsgált **(a b)** párról azonnal megállapítható az antivalencia, hiszen mind az $X = 0$ -ra, mind az $X = 1$ -re más és más kimeneti szintet ad a tábla, vagyis a keresztezési cellába a <> jelölés kerül,
- ugyanakkor az **(a c)** pár vizsgálatakor a kimenetekkel nincs baj, de a következő állapotok **(a c)** és **(d b)** ugyan nem azonosak, de ekvivalensek még lehetnek! Sőt az **(a c)** ekvivalenciájához feltételként az **(a c)** feltételt beírni tautológia, tehát csak a **(b d)** párost írjuk be. A **(b d)** ekvivalenciája a tautológia, illetve a reflexivitás miatt azonnal megállapítható.

A példákban bemutatott vizsgálatok és konklúzióik alapján kitöltjük a táblázat többi celláját is, így teljessé válik az összes lehetséges állapotpárra vonatkoztatott összehasonlítás sor.

A második-generációs lépcsős táblát az elsőből kiindulva alkotjuk meg a következő szabályok alapján (az 1.1.2.d. ábra baloldala az elsőgenerációs lépcsős tábla, a jobboldali az ebből előállítható második-generációs lépcsős tábla):

- 1) minden egyes antivalencia bejegyzés következményeit érvényesítjük a táblán, azaz, ha két állapot antivalens, és kettejük ekvivalenciája két másik állapot ekvivalencia feltételeként szerepel valahol, oda antivalens bejegyzést kell tennünk,
- 2) ezután ezeket a második-generációs antivalencia bejegyzéseket is érvényesíteni kell, és mindezt addig kell ismételni, amíg érvényesítetlen antivalencia bejegyzés van a táblán.

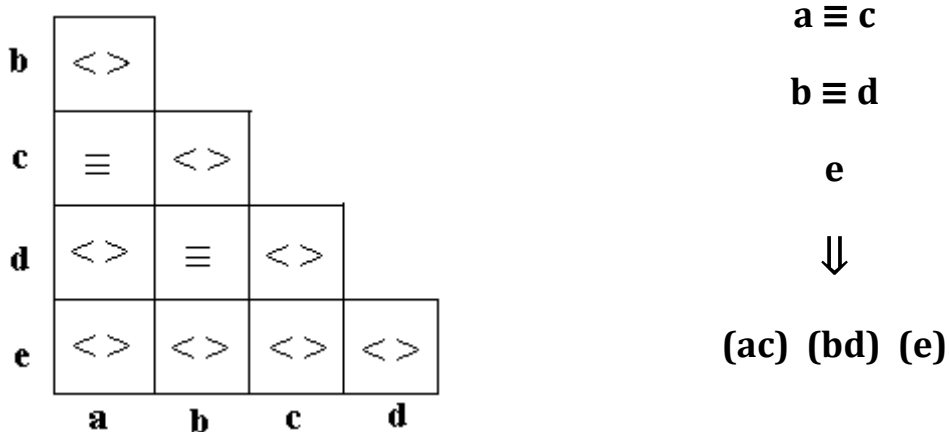


1.1.2.d ábra[1]

Az első- és második-generációs lépcsős tábla

A második-generációs lépcsős táblában az elsőgenerációs feltétele érvényesülése a következő: az **(a b)** antivalenciájának következménye az **(a e)** pár antivalenciája, az **(a d)** antivalenciájé pedig az **(e c)** antivalencia. A **(b d)** ekvivalencia lehetővé teszi az **(a c)** ekvivalenciát.

Ez a lépcsős tábla már kizárólag ekvivalencia és antivalencia bejegyzéseket tartalmaz, így az ekvivalens párok és a tranzitivitás figyelembe vételével a maximális ekvivalencia osztályok könnyen kialakíthatók (1.1.2.e ábra):



1.1.2.e ábra

A mintafeladat maximális ekvivalencia osztályai illetve állapotai

A maximális ekvivalencia osztályokat állapotoknak tekintjük, és valamennyire egyenként, bemeneti kombinációnként előírjuk a következő állapotot azzal, hogy megnézzük: az eredeti állapottábla valamely ebbe az osztályba tartozó állapotának következő állapota melyik osztályba tartozik. A kimeneteket hasonlóan rögzítjük.

Legyen az összevont állapotok jelölése:

$$(ac) \rightarrow s_1$$

$$(bd) \rightarrow s_2$$

$$e \rightarrow s_3$$

Ez alapján az összevont szimbolikus állapottábla a 1.1.2.f ábrán látható:

aktuális állapot	következő állapot/kimenet	
	$X=0$	$X=1$
s_1	$s_1/0$	$s_2/1$
s_2	$s_2/1$	$s_3/0$
s_3	$s_3/0$	$s_1/1$

1.1.2.f ábra

A mintafeladat összevont szimbolikus állapottáblája

Ettől a ponttól kezdve a feladat megoldásának további menete a már jól ismert módszer alapján folytatható.

Összefoglalva az állapot összevonás fő lépései teljesen specifikált előzetes állapottáblából:

1. az ekvivalens és antivalens állapot párok megkeresése lépcsős tábla segítségével,
2. a maximális ekvivalencia osztályok meghatározása,
3. a maximális ekvivalencia osztályoknak megfelelő állapotokkal az
4. összevont állapottábla elkészítése.

1.2 Állapot összevonás nem teljesen specifikált előzetes szimbolikus állapottáblán

1.2.1 A kompatibilitás-típusú reláció

Az előzetes szimbolikus állapottáblát akkor tekintjük nem teljesen specifikáltnak, ha tartalmaz (akár egyetlen) „közömbös” bejegyzést vagy a kimenet(ek), vagy a következő állapotokat illetően.

A táblázat egyes bejegyzéseire a következő meghatározásokkal élhetünk: egy nem teljesen specifikált szimbolikus előzetes állapottáblával megadott hálózat adott állapotához tartozó specifikációs bemeneti sorozat az, amelyre a hálózat minden állapotátmenete és kimenete specifikálva van. Két szimbolikus állapot a nem teljesen specifikált hálózat állapottábláján csak akkor megkülönböztethető, ha létezik legalább egy olyan specifikált bemeneti sorozat, amely mindkét állapotra érvényes, és amelynek legalább egy elemére más kimeneti kombináció adódik. Ha ilyen specifikációs bemeneti sorozat nem létezik, a két állapot nem megkülönböztethető. Továbbá ha a kiválasztott két állapotra létezik olyan bemeneti kombináció, amelyre vagy a kimenetek, vagy a következő állapotok, vagy mindkettő specifikálva vannak, a két állapot akkor nem megkülönböztethető, ha a specifikált kimeneti kombinációk bemeneti kombinációként megegyeznek, a specifikált következő állapotok pedig nem megkülönböztethetők.

A nem teljesen specifikált hálózat állapotpárjaira érvényes nem megkülönböztethetőség, mint bináris reláció a következő tulajdonságokat mutatja:

- 1) reflexív
- 2) szimmetrikus
- 3) nem tranzitív

Az ilyen relációkat **kompatibilitás-típusú relációknak** nevezzük. A nem teljesen specifikált hálózat állapotpárjaira fennálló 'nem megkülönböztethetőség' tulajdonságot röviden **kompatibilitásnak**, illetve a pár tagjait **kompatibilis állapotoknak** fogjuk nevezni.

A kompatibilitás elégséges feltételei a következők:

- ha nincs olyan bemeneti kombináció, amelyre mindkét állapotból specifikált következő állapot és specifikált kimenet lenne az állapottáblán, akkor a két állapot kompatibilis,
- ha pedig létezik mindkét állapotra specifikált kimeneti kombinációt és következő állapotot definiáló bemeneti kombináció, és erre a két állapothoz tartozó kimeneti kombinációk megegyeznek, valamint a két állapothoz tartozó következő állapotok kompatibilisek, akkor a két állapot kompatibilis.

Az előző fejezetben megismert lépcsős táblának természetesen a kompatibilitás vizsgálatokor is fontos szerep jut. A következő jelöléseket fogjuk alkalmazni a táblázat celláiban:

$a \sim b$: a és b állapotok kompatibilisek

$a / \sim b$: a és b állapotok nem kompatibilisek

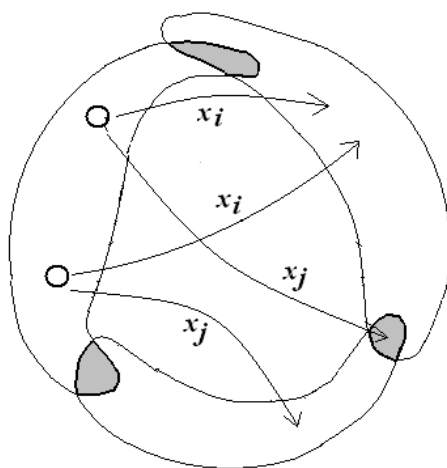
Feltételes kompatibilitás: $ab, cd \dots$ az a két állapot, melyekre ez a bejegyzés vonatkozik, feltételesen kompatibilis, azaz csak akkor kompatibilis, ha $a \sim b$ és $c \sim d \dots$

A fenti kompatibilitási reláció az állapothalmazt nem diszjunkt osztályokra bontja, azaz lehetnek az osztályoknak közös elemeik is. Egy ilyen osztály valamennyi lehetséges állapotpárjára fennáll a kompatibilitás. Ezek az osztályok akkor maximálisak, ha további elemek egyetlen osztályba sem vonhatók be.

A maximális kompatibilitási osztályok halmazának két igen fontos tulajdonsága van:

- 1) az egyik a teljes lefedettség, azaz valamennyi állapotnak legalább egy osztályban szerepelnie kell,
- 2) a másik tulajdonság a zártság. Belátható, hogy a maximális kompatibilitási osztályok zárt halmazt alkotnak.

A kompatibilitási osztályok egy adott halmaza zárt, ha a halmazban szereplő bármelyik osztály tetszőleges két állapotából kiindulva minden olyan bemeneti kombinációra, amely mindkét állapotból specifikált következő állapotot ír elő, a következő állapotok is együtt szerepelnek a halmaznak legalább egy osztályában. Az 1.2.1.a. ábra a zártságot szemlélteti.



1.2.1.a ábra[1]

A kompatibilitási reláció jellegzetessége: a nem diszjunkt részhalmazok zártsága

Példa:

a bal felső osztályból két állapotot jelöltünk ki: ezek közül az egyik utódállapota az x_j bemeneti kombinációra két másik osztály közös részében van, de ezek közül az egyik osztály azonos azzal az osztállyal, amelyben a másik állapot x_j -re adott utódja helyezkedik el.

A maximális kompatibilitási osztályok megtalálása után a nem teljes specifikáció lehetőséget teremt arra, hogy az állapotok teljes lefedése és a zártság megőrzése mellett egyszerűbb kompatibilitási halmazrendszert válasszunk. Ez azt jelenti, hogy úgy döntünk a közömbös bejegyzésekről, hogy döntésünk

- a) vagy kevesebb kompatibilitási osztályból álló,
- b) vagy az egyes osztályokban kevesebb állapotból álló osztályhalmazt eredményezzen.

Ennek érdekében először megvizsgáljuk, van-e olyan kompatibilitási osztály, amelynek valamennyi állapota szerepel valamely más osztályban is. Ha így van, megkísérelhetjük elhagyni ezt az osztályt. Ez akkor lehetséges, ha az osztály elhagyása után is zárt marad a kompatibilitási osztályok halmaza. Ha a zártság nem tartható fenn, akkor visszatesszük az elhagyni kívánt osztályt, és a többszörösen szereplő állapotok egyes osztályokból való elhagyásával próbálkozunk. Ha találunk a teljes lefedettség és a zártság fenntartásával elhagyható állapotokat, akkor egyszerűbb összevont állapotáblát kapunk. A fentiekből következik, hogy több megoldás is kínálkozhat, ezek közül kell választanunk a megvalósítandó összevont állapotáblát. Úgy is fogalmazhatunk, hogy az összevont állapotábla szerinti hálózat realizálja az előzetes állapotábla szerinti hálózatot abban az értelemben, hogy a specifikált bemeneti sorozatokra adott kimeneti sorozatok nem különböznek egymástól.

Kövessük egy korábbi, 'sorrendi ÉS' hálózatot reprezentáló mintapéldán (II.modul, 4.lecke: 4.2) keresztül az elméletben megfogalmazott módszer gyakorlati alkalmazását az 1.2.1.b ábrán látható nem teljesen specifikált hálózat állapotáblájából kiindulva:

aktuális állapot	következő állapot/kimenet			
	X_1X_2			
	00	01	10	11
<i>a</i>	<i>a</i> /0	<i>b</i> /0	<i>c</i> /0	-/-
<i>b</i>	<i>a</i> /0	<i>b</i> /0	-/-	<i>d</i> /0
<i>c</i>	<i>a</i> /0	-/-	<i>c</i> /0	<i>e</i> /1
<i>d</i>	-/-	<i>b</i> /0	<i>c</i> /0	<i>d</i> /0
<i>e</i>	-/-	<i>b</i> /0	<i>c</i> /0	<i>e</i> /1

1.2.1.b ábra

Mintapélda: egy nem teljesen specifikált hálózat előzetes szimbolikus állapottáblája

Készítsük el a tábla alapján a szükséges jelöléseket alkalmazva az elsőgenerációs lépcsős táblát (1.2.1.c ábra):

b	~			
c	~	/~		
d	~	~	/~	
e	~	/~	~	/~
	a	b	c	d

1.2.1.c ábra[1]

A mintafeladat elsőgenerációs lépcsőst táblája

Az eredményt vizsgálva megállapíthatjuk, hogy táblázatunk nem tartalmaz feltételes bejegyzéseket, így további táblázatot már nem tudunk ebből származtatni.

A táblázatból olvassuk ki a lehetséges kompatibilitási párokat, és írjuk fel a maximális kompatibilitási osztályokat is (1.2.1.d ábra):

b	~			
c	~	/~		
d	~	~	/~	
e	~	/~	~	/~
	a	b	c	d

kompatibilis párok:
(a b), (a c), (a d), (a e), (b d), (c, e)

maximális kompatibilitási osztályok:
(a b d), (a c e)

1.2.1.d ábra[1]

A mintafeladat lehetséges kompatibilitási párpai, és maximális kompatibilitási osztályai

A megszerkesztett lépcsős tábla alapján kapott maximális kompatibilitási osztályokból elindítva az egyszerűsítésre irányuló vizsgálatokat, azonnal belátható, hogy amennyiben bármelyik osztályt elhagyjuk, állapotok maradnak lefedetlenül, tehát marad a közös állapotok elhagyásával való kísérletezés. Két zárt osztályhalmazt kaphatunk így:

- 1) az **(a b d) (c e)**,
- 2) és az **(a c e) (b d)** osztályhalmazokat.

Az első osztályhalmaz zártságáról az állapottábla alapján meggyőződhetünk, és beláthatjuk, hogy az **(a b d)** minden eleme bemeneti kombinációnként ugyanabba az osztályba képződik le, illetve ez a **(c e)** osztály elemeire is igaz. Hasonlóan bizonyítható a második osztályhalmaz zártsága is. Ebből az következik, hogy a példának kétféle állapot összevonása is jó megoldáshoz vezet.

A kétféle összevonási lehetőségéből adódó megoldásokra mutatnak egyenként példákat az alábbi alternatívák:

- 1) **(a b d)** $\rightarrow S_1$
(c e) $\rightarrow S_2$
- 2) **(a c e)** $\rightarrow S_1$
(b d) $\rightarrow S_2$

és a hozzájuk tartozó összevont szimbolikus állapottáblák (1.2.1.e és 1.2.1.f ábrák):

1. csoportosítás:

aktuális állapot	következő állapot/kimenet			
	X_1X_2			
	00	01	10	11
S_1	$S_1/0$	$S_1/0$	$S_2/0$	$S_1/0$
S_2	$S_1/0$	$S_1/0$	$S_2/0$	$S_2/1$

1.2.1.e ábra

Állapot összevonási lehetőség a mintafeladatban: 1.csoportosítás

2. csoportosítás

aktuális állapot	következő állapot/kimenet			
	X_1X_2			
	00	01	10	11
$S_1/0$	$S_1/0$	$S_2/0$	$S_1/0$	$S_1/1$
$S_2/0$	$S_1/0$	$S_2/0$	$S_1/0$	$S_2/0$

1.2.1.f ábra

Állapot összevonási lehetőség a mintafeladatban: 2.csoportosítás

Utolsó lépésként a kódkiosztással, valamint a Karnaugh táblás függvény kiolvasással elvégezhető a kapusintű realizáció.

Megjegyzés: az idézett példában a korábban bemutatottól (II.modul, 4.lecke: 4.2) eltérő állapot összevonási lehetőséget is találtunk, de természetesen mindkettő helyes megoldáshoz vezet.

Összefoglalva az állapot összevonás fő lépései nem teljesen specifikált előzetes állapottáblából:

1. valamennyi kompatibilis és inkompatibilis állapot pár megkeresése a lépcsős tábla segítségével,
2. a lépcsős tábla alapján a maximális kompatibilitási osztályok megkeresése,
3. a kompatibilitási osztályok legkedvezőbb zárt halmazainak megkeresése,
4. a legkedvezőbb zárt halmaz osztályaihoz egy-egy állapotot rendelve az összevont állapottábla megszerkesztése.

Felhasznált irodalom:

[1] Dr. Keresztes Péter: Digitális hálózatok (HEFOP elektronikus Jegyzet)

