

Szoftver modul/unit tesztelés

Majzik István

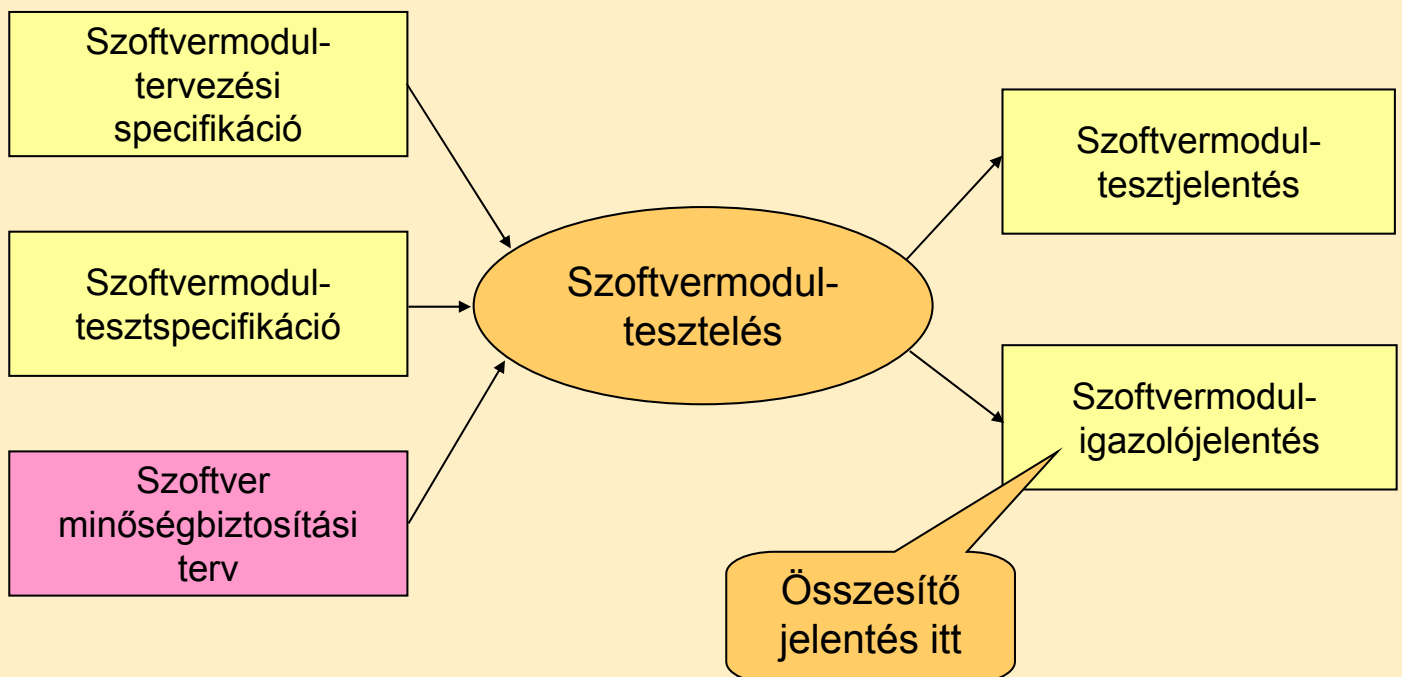
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

<http://www.mit.bme.hu/>

1

Szoftvermodul tesztelés



2

Szabványok (EN 50128) előírásai

- Software design and implementation:

TECHNIQUE/MEASURE	Ref	SWS ILO	SWS IL1	SWS IL2	SWS IL3	SWS IL4
14. Functional/ Black-box Testing	D.3	HR	HR	HR	M	M
15. Performance Testing	D.6	-	HR	HR	HR	HR
16. Interface Testing	B.37	HR	HR	HR	HR	HR

- Functional/black box testing (D3):

1. Test Case Execution from Cause Consequence Diagrams	B.6	-	-	-	R	R
2. Prototyping/Animation	B.49	-	-	-	R	R
3. Boundary Value Analysis	B.4	R	HR	HR	HR	HR
4. Equivalence Classes and Input Partition Testing	B.19	R	HR	HR	HR	HR
5. Process Simulation	B.48	R	R	R	R	R

Szabványok (EN 50128) előírásai

- Performance testing (D6):

TECHNIQUE/MEASURE	Ref	SWS ILO	SWS IL1	SWS IL2	SWS IL3	SWS IL4
1. Avalanche/Stress Testing	B.3	-	R	R	HR	HR
2. Response Timing and Memory Constraints	B.52	-	HR	HR	HR	HR
3. Performance Requirements	B.46	-	HR	HR	HR	HR

Szabványok (EN 50128) előírásai

- Funkcionális és fekete doboz tesztelés (HR)
 - Határtérték elemzés (HR)
 - Ekvivalencia osztályok és bemeneti adatfelosztás (HR)
 - Ok-okozati diagramok
 - Folyamatszimuláció
 - Prototípus készítés / animáció
- Teljesítmény-tesztelés
 - Lavina / stressz tesztelés (SIL 1 R -> SIL 3 HR)
 - Válaszidő- és memóriakikötések (HR)
 - Teljesítmény követelmények (HR)
- Interfész-tesztelés (HR)
- Adatrögzítés és elemzés (HR)
- Strukturált alapú tesztelés (SIL1 R -> SIL3 HR)

5

Szoftvermodul tesztelési célok

Tesztelés:

- A program olyan futtatása, hogy a hibák kiderüljenek

Kimerítő tesztelés:

- Minden lehetséges futást kipróbál
- Gyakorlatban nem kivitelezhető

Mottók:

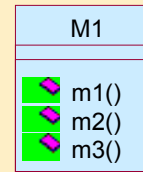
- Dijkstra: A tesztelés csak hibák jelenlétét, és nem hibamentességet tud kimutatni.
- Hoare: A tesztelés egy induktív bizonyítás része:
Ha a program jól működik egy adott teszt adatra,
akkor várhatóan *hasonló adatokra* is jól működik.

6

Teszttervezés módszerei

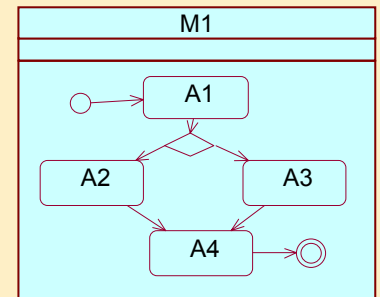
I. Specifikáció alapú tesztelés

- A rendszer mint „fekete doboz” adott
- Csak a külső viselkedés (funkció) ismert, a belső felépítés (pl. forráskód) nem
- Tesztelés alapja: **specifikált funkciók** léte; extra funkciók hiánya



II. Struktúra alapú tesztelés

- A rendszer mint „üvegdoboz” adott
- A belső struktúra is ismert
- Tesztelés alapja a belső működés: programgráf bejárása



8

I. Specifikáció alapú tesztelési módszerek

Cél:

- A funkcionális specifikációra építve,
- reprezentatív adatok keresése az egyes funkciók teszteléséhez.

Módszerek:

1. Ekvivalencia particionálás
2. Határérték-analízis
3. Ok-hatás analízis / Döntési táblák
4. Kombinatorikus módszerek
5. Véges automata alapú
6. Használati eset tesztelés

9

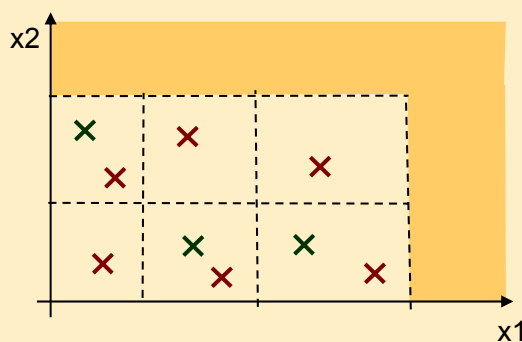
1. Ekvivalencia particionálás

- **Bemenet és kimenet ekvivalencia osztályai:**
 - Adatok, amelyek várhatóan ugyanazt a hibát fedik le (ugyanazt a programrészt járják be)
 - Cél: **Egy-egy** ekvivalencia osztályból **egy-egy** teszt adat (az adott bemenethez illetve kimenet alapján); a többi adat esetén a helyesség induktívan következik
- **Meghatározás heurisztikus folyamat:**
 - Egyező funkcionalitást indító adatok, hasonló eredmények
 - **Érvényes** és **érvénytelen** adatok
- **Bemenet értelmezését ismerni kell**
 - Tesztelő tudásán múlik a módszer hatékonysága

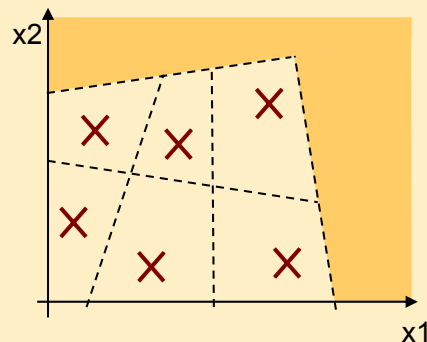
10

Példa: Gyenge és erős ekvivalencia osztályok

- **Tesztek meghatározása több bemenet esetén:**
 - **Érvényes** ekvivalencia osztályok: egy teszt minél több osztályt fedjen le
 - **Érvénytelen** ekvivalencia osztályok: először minden érvénytelen osztályhoz külön teszt legyen (egymás hatását ne oltsák ki), majd több osztály kombinációja



- Gyenge ill.
- **Erős** normál ekvivalencia osztályok



- Dimenzióként nem függetlenül alakítható partíciók: **Erős** osztályok

11

Példa: NextDate program ekvivalencia osztályok

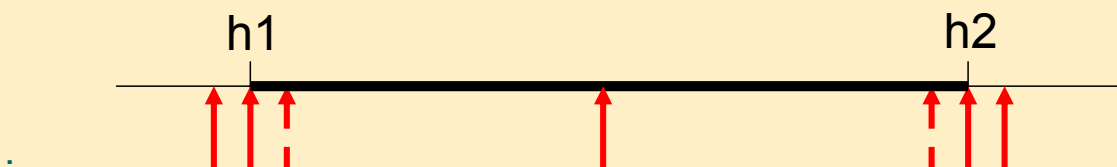
Bemenet	Érvényes	Érvénytelen
Hónap	V1: 30 napos hónap V2: 31 napos hónap V3: február	I1: ≥ 13 I2: ≤ 0 I3: nem szám I4: üres
Nap	V4: 1-30 V5: 1-31 V6: 1-28 V7: 1-29	I5: ≥ 32 I6: ≤ 0 I7: nem szám I8: üres
Év	V8: 1582-9999 V9: nem szökőév V10: szökőév V11: század nem szökőév V12: század szökőév	I9: ≤ 1581 I10: ≥ 9999 I11: nem szám I12: üres
Speciális	V13: 1752.09.03-1752.09.13.	I13: 1582.10.5-1582.10.14.

Forrás: „How we test software at Microsoft”, Microsoft Press, ISBN 0735624259, 2008.

12

2. Határérték-analízis

- Az adattartományok határait vizsgálja
 - Egy-egy ekvivalencia osztály **hatáira** koncentrálni
 - **Bemeneti és kimeneti tartományokra** is
 - Alsó és felső határokra
- Tipikus megtalált hibák
 - Hibás relációs operátorok
 - Hibák a ciklusok be- és kilépési feltételeinél
 - Hibák az adatstruktúrák méreténél
- Tipikus adatok:
 - Egy határérték 3 tesztet jelent, egy tartomány 5-7 tesztet jelent



13

3. Ok-hatás analízis

A bemenetek és kimenetek kapcsolatának vizsgálata (ha ez egyszerűen leírható)

- **Ok:** egy-egy bemeneti ekvivalencia osztály
- **Hatás:** egy-egy kimeneti ekvivalencia osztály
- Ezekből logikai változókat képzünk

Boole-gráf: Okok és hatások összekapcsolása

- ÉS, VAGY kapcsolatok
- Meg nem engedett kombinációk

Tesztelési cél: A gráf szisztematikus végigjárása

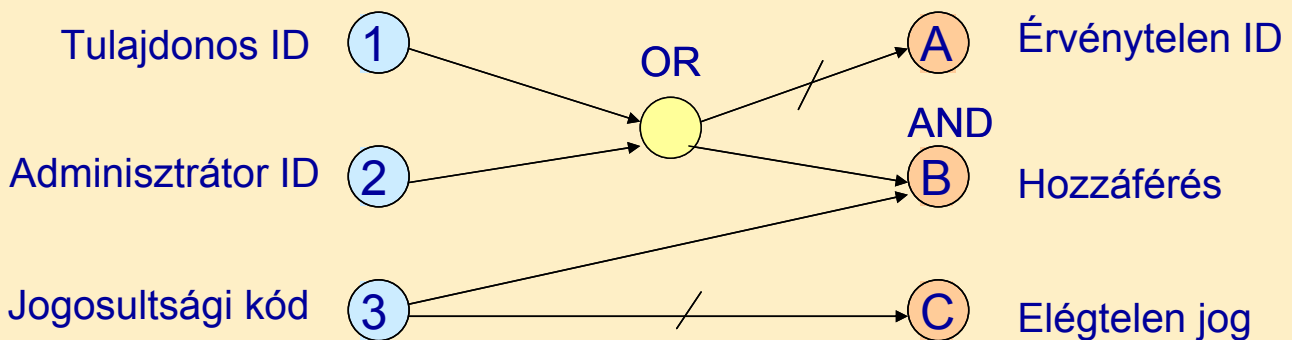
- Logikai hálózat igazságtáblázatának lefedése
- Egy oszlop egy tesztnak felel meg

14

Példa: Ok-hatás leírása

Bemenetek:

Kimenetek:



	T1	T2	T3	...	
Bemenetek	1	0	1	0	
	2	1	0	0	
	3	1	1	1	
Kimenetek	A	0	0	1	
	B	1	1	0	
	C	0	0	0	

15

4. Kombinatorikus módszerek

- Paraméterek kombinációja
 - Paraméterek kombinációja okozza a legtöbb hibát
 - Ritka kombinációk veszélyesek lehetnek
- Ad hoc, „best guess”
 - Intuíció, követelmények, tipikus hibák alapján
- Minden választás (each choice)
 - Minden lehetőség szerepeljen egyszer (alapkészlet)
- N-szeres tesztelés (n-wise testing)
 - Tetszőlegesen választott n darab paraméter minden lehetséges kombinációjának lefedése a tesztelési cél
 - Speciális eset ($n=2$): Páronkénti tesztelés
 - Eszközök: Pl. <http://www.pairwise.org>

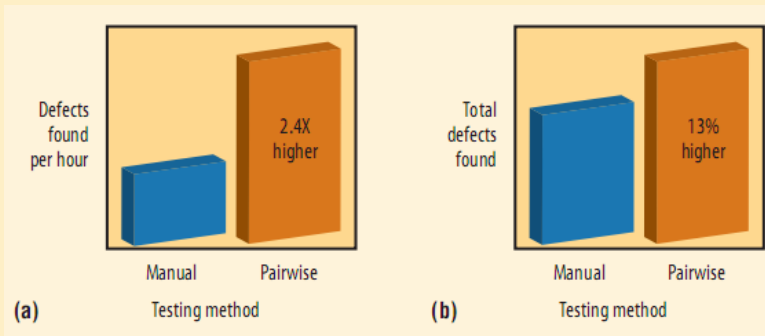
16

Példa: Pair-wise tesztelés

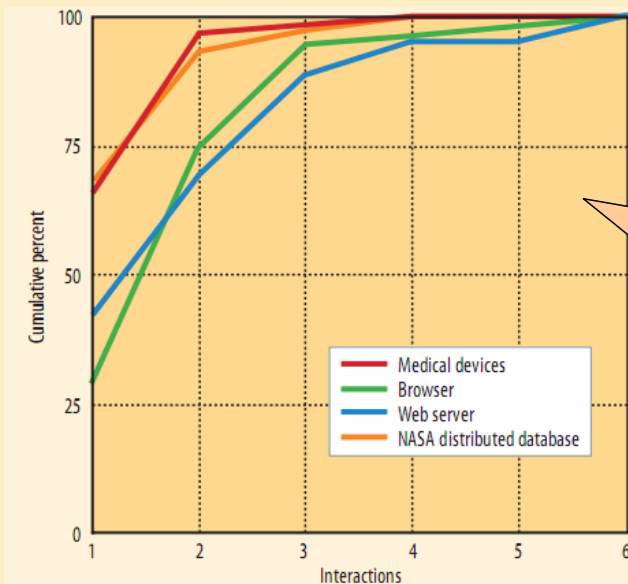
- Adottak a következő konfigurációs lehetőségek:
 - OS: Windows, Linux
 - CPU: Intel, AMD,
 - Protocol: IPv4, IPv6
- Kombinációk száma?
- Páronkénti tesztelést megvalósító tesztkészlet?
- Lehetséges megoldás:
 - 1: Windows, Intel, IPv4
 - 2: Windows, AMD, IPv6
 - 3: Linux, Intel, IPv6
 - 4: Linux, AMD, IPv4

17

Példa: N-wise testing hatékonysága



Ad-hoc és páronként szisztematikus tesztelés összehasonlítása (10 projektre)



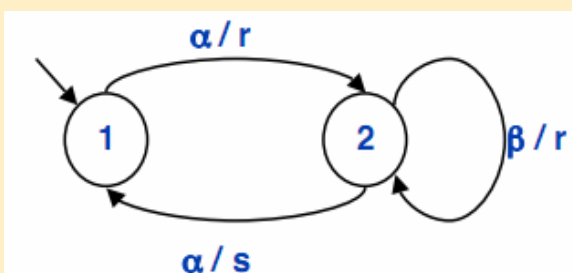
A hibák jelentős része 2 paraméter kapcsolatán múlik (de alkalmazástól függően lehet még elég sok hiba, ami 3 vagy több paraméter speciális kombinációja esetén deríthető ki)

Forrás: R. Kuhn et al. „Combinatorial Software Testing”, IEEE Computer, 42:8, 2009

18

5. Véges automata alapú tesztelés

- Specifikáció egy véges automatával adott
- Tipikus tesztelési célok:
 - Minden állapot, minden átmenet, nem megengedett átmenetek tesztelése, stb.



- Problémák:
 - Milyen állapotban van a rendszer?
 - Végállapot / kezdőállapot
- Módszerek
 - Automatikus tesztgenerálás (ld. később)
 - W, Wp módszerek

19

6. Használati eset tesztelés

- Tesztek származtathatók a használati esetekből
- Tesztesetek:
 - Fő ág („happy path”, „mainstream”)
 - Ellenőrzés: utófeltételek vizsgálata
 - Alternatív lefutások: mindegyikhez külön teszteset
 - Előfeltételek (nem)teljesülése
- Tipikusan integrációs és elfogadási tesztek része

20

Módszerek együttes alkalmazása

Alap módszerek tipikus sorrendje:

1. Ekvivalencia particionálás
2. Határérték-analízis
3. Ok-hatás analízis, vagy kombinatorikus, vagy véges automata alapú

Kiegészítés: Véletlen tesztek

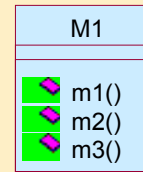
- Véletlen teszt adatok generálása
- Kis számítási teljesítményt igényel, gyors
- Hibafedése nem garantálható
- Teszt eredmény kiértékelése:
 - Válasz számítása, szimulálása
 - Csak „elfogadhatósági vizsgálat” (durva hibák kiszűrése)

21

Teszttervezés módszerei

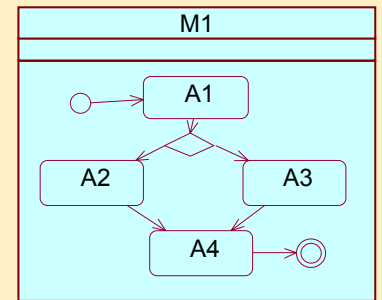
I. Specifikáció alapú tesztelés

- A rendszer mint „fekete doboz” adott
- Csak a külső viselkedés (funkció) ismert, a belső felépítés (pl. forráskód) nem
- Tesztelés alapja: specifikált funkciók léte; extra funkciók hiánya



II. Struktúra alapú tesztelés

- A rendszer mint „üvegdoboz” adott
- A belső struktúra is ismert
- Tesztelés alapja a **belső működés**: programgráf bejárása

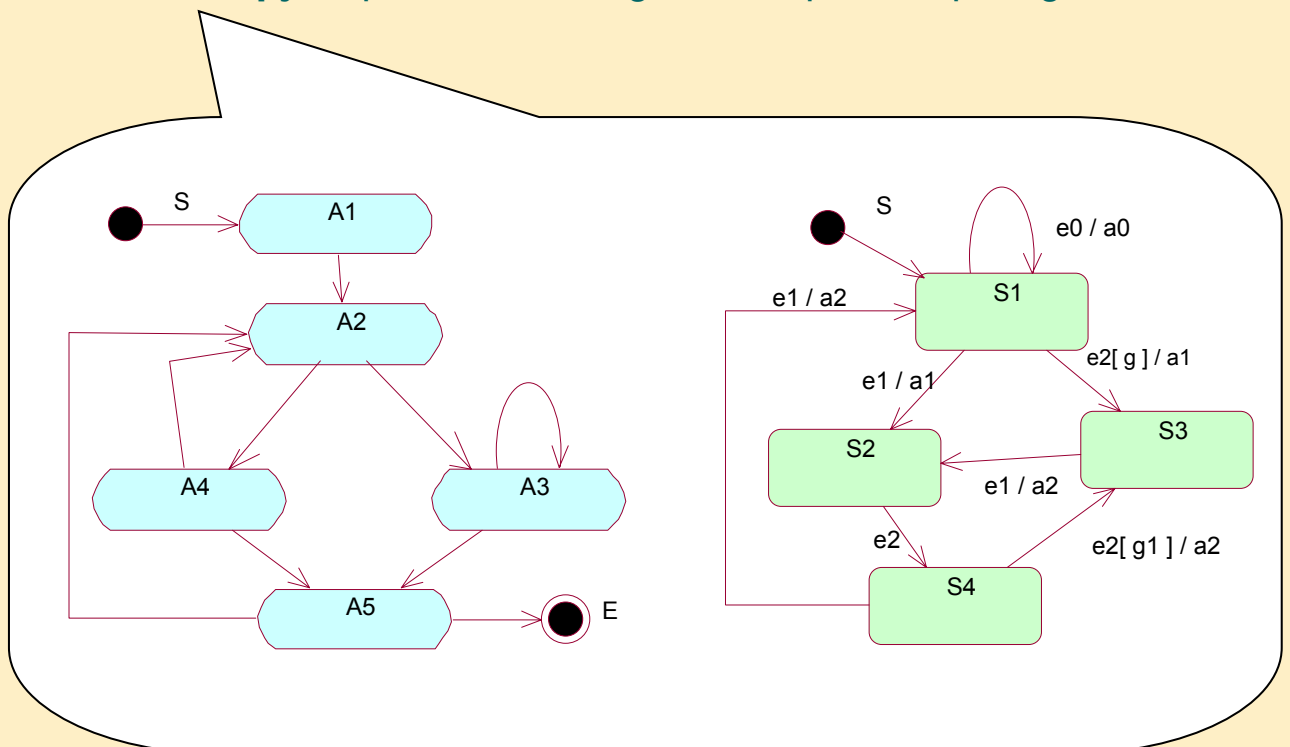


22

A belső struktúra

- Jól kezelhető struktúra:

- **Modell alapján**: pl. aktivitás diagram, állapottérkép diagram

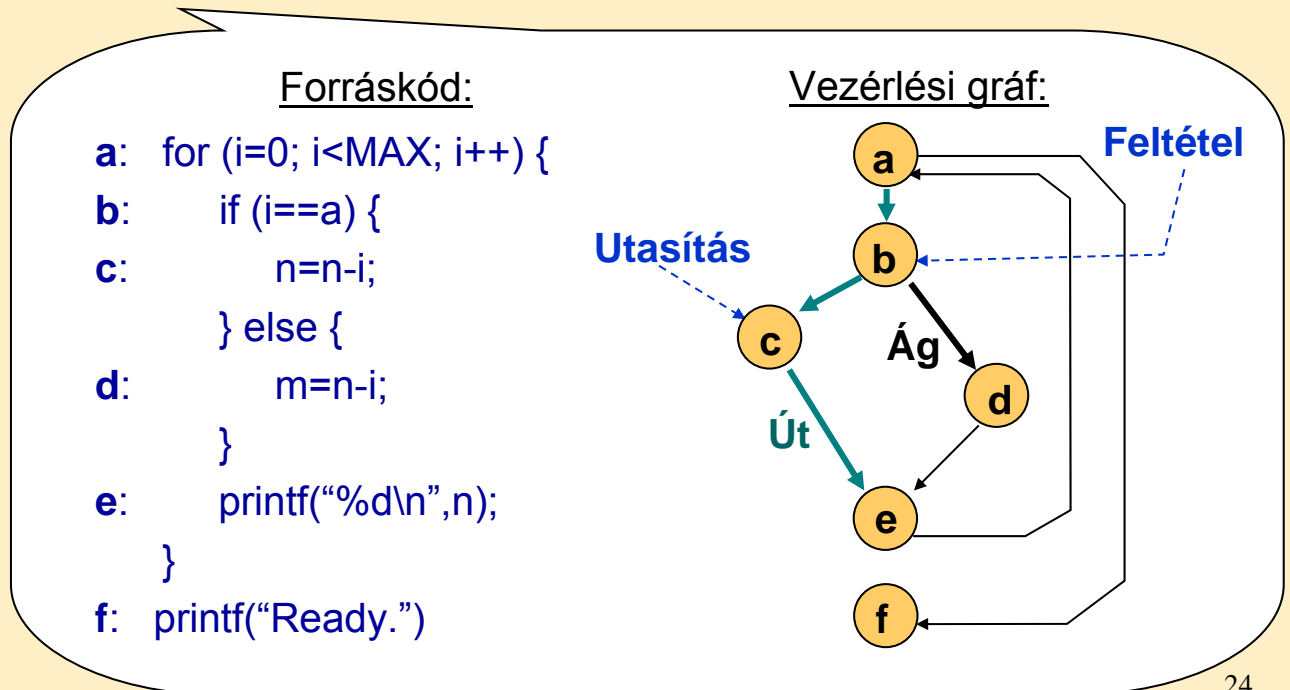


23

A belső struktúra

- Jól kezelhető struktúra:

- Modell alapján: pl. aktivitás diagram, állapotterkép diagram
- **Forráskód alapján:** vezérlési gráf (programgráf)



Tesztminőségi mértékszámok

A tesztelés hatékonyságának számszerű jellemzése:

A tesztelhető elemek mekkora részét teszteltük, pl.

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. Utasítások | → Utasítás fedettség |
| 2. Döntési ágak | → Döntési ág fedettség |
| 3. Feltételek | → Feltétel fedettség |
| 4. Végrehajtási utak | → Út fedettség |

Ez nem a hibafedés!

Szabványok előírása lehet (DO-178B, MSZ EN 50128,...)

- 100% utasítás fedettség általában alapkövetelmény

Mértékszámok (kritériumok) áttekintése

- Vezérlési folyamat alapú kritériumok
 - Utasítás lefedettség
 - Döntési ág lefedettség
 - Feltétel lefedettségek
 - Útvonal lefedettség
- Adatfolyam alapú kritériumok
 - Definiálás – használat fedettségek
 - Definíciómentes útvonalak fedettsége
- Módszerek kombinációja

26

Alapfogalmak

- Utasítás (statement)
- Blokk (block)
 - Utasítások egybefüggő sorozata, amik között nincs elágazás vagy függvényhívás
- Feltétel (condition)
 - Egyszerű vizsgálat, amiben nincs logikai (Boole) operátor
- Döntés (decision)
 - Egy ág bejárásának eldöntéséhez tartozó, nulla vagy több logikai operátorral összekötött feltételből álló kifejezés
- Út (path)
 - Utasítások sorozata, tipikusan a modul be és kilépési pontja között

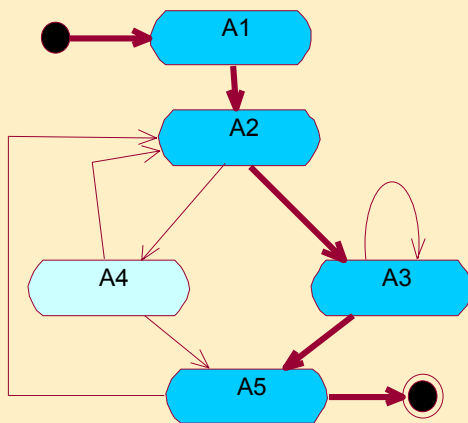
27

1. Utasítás lefedettség (Statement coverage)

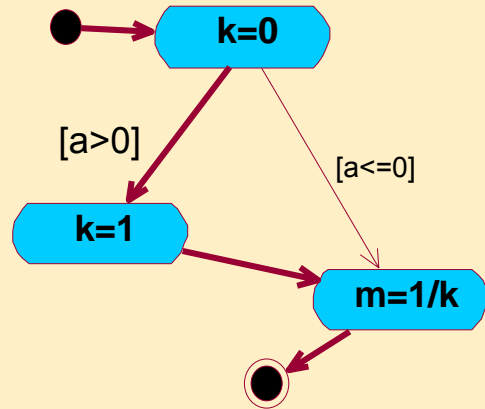
Definíció:

$$\frac{\text{Tesztelés során végrehajtott utasítások száma}}{\text{Összes utasítás száma}}$$

Utasítások kihagyási feltételeit nem veszi figyelembe!



Utasítás fedettség: 80%



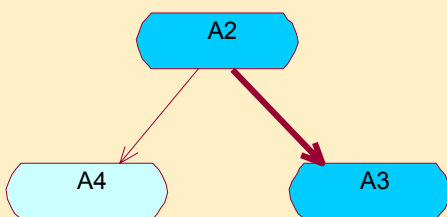
Utasítás fedettség: 100%

2. Döntés lefedettség (Decision coverage)

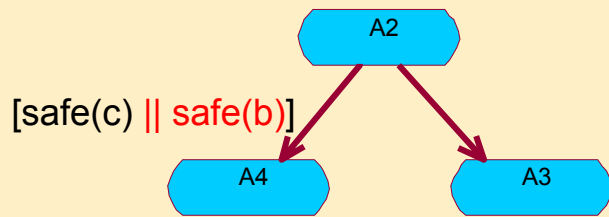
Definíció:

$$\frac{\text{Tesztelés során végrehajtott döntési ágak száma}}{\text{Összes lehetséges döntési ág száma}}$$

Nem vesz figyelembe minden feltétel-kombinációt!



Döntési ág fedettség: 50%



Döntési ág fedettség: 100%

3. Feltétel lefedettség (Condition coverage)

Generikus fedettségi mérték feltétel fedettséghez:

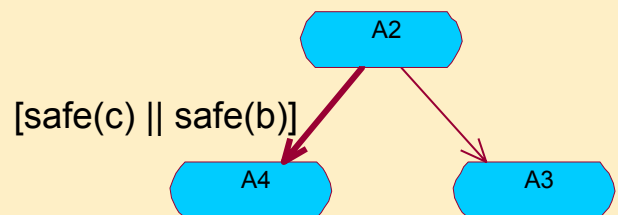
$$\frac{\text{Feltételek tesztelt kombinációinak száma}}{\text{Feltételek megcélzott kombinációinak száma}}$$

Definíció (milyen kombinációkat célzunk meg):

- Minden feltétel legyen igaznak és hamisnak is beállítva a tesztelés során
 - Nem feltétlenül eredményez 100% döntés lefedettséget!

Példa 100%-os feltétel lefedettséghez:

1. $\text{safe}(c) = \text{true}$, $\text{safe}(b) = \text{false}$
2. $\text{safe}(c) = \text{false}$, $\text{safe}(b) = \text{true}$



Más definíció:

- Minden feltételt igaznak és hamisnak is kiértékelünk
 - Ez nem ugyanaz mint a fenti, a lusta kiértékelés miatt

30

4. Feltétel/döntés lefedettség

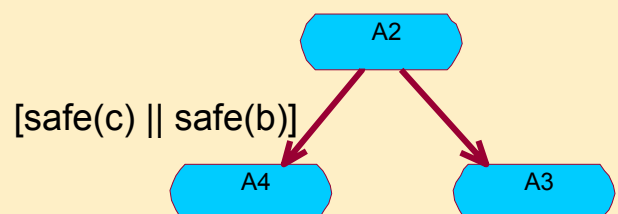
Condition/Decision Coverage (C/DC)

Definíció:

- Minden feltétel felveszi az összes lehetséges kimenetét legalább egyszer, és
- minden döntés felveszi az összes lehetséges kimenetét egyszer

100%-os C/DC lefedettséghez:

1. $\text{safe}(c) = \text{true}$, $\text{safe}(b) = \text{true}$
2. $\text{safe}(c) = \text{false}$, $\text{safe}(b) = \text{false}$



Nem vizsgálja meg, hogy a feltételnek tényleg van-e hatása a döntés eredményére!

31

5. Módosított feltétel/döntés lefedettség

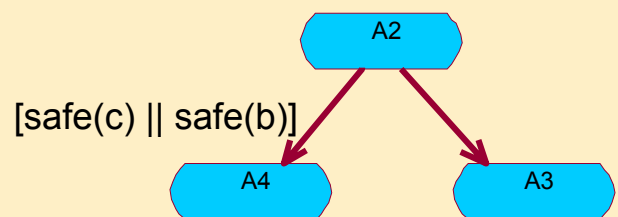
Modified Condition/Decision Coverage (MC/DC)

Definíció:

- Minden feltétel felveszi az összes lehetséges kimenetét legalább egyszer, és
- minden döntés felveszi az összes lehetséges kimenetét egyszer, és
- minden feltétel a többitől függetlenül befolyásolja a hozzá tartozó döntés kimenetelét

100%-os MC/DC lefedettséghez:

1. $\text{safe}(c) = \text{true}$, $\text{safe}(b) = \text{false}$
2. $\text{safe}(c) = \text{false}$, $\text{safe}(b) = \text{true}$
3. $\text{safe}(c) = \text{false}$, $\text{safe}(b) = \text{false}$



32

6. Minden feltétel kombináció lefedettsége

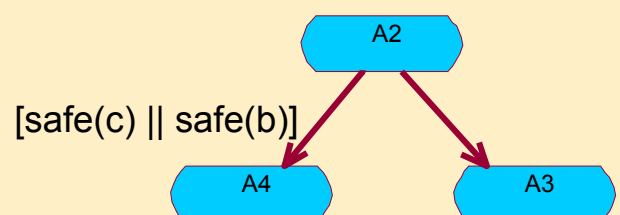
Multiple Condition Coverage

Definíció:

- A feltételek kimeneteinek minden lehetséges kombinációja bekövetkezett a tesztelés során
 - Általában a feltételek számával exponenciálisan növekedő számú teszt szükséges
 - Kevesebb, ha a lusta kiértékelést is figyelembe vesszük

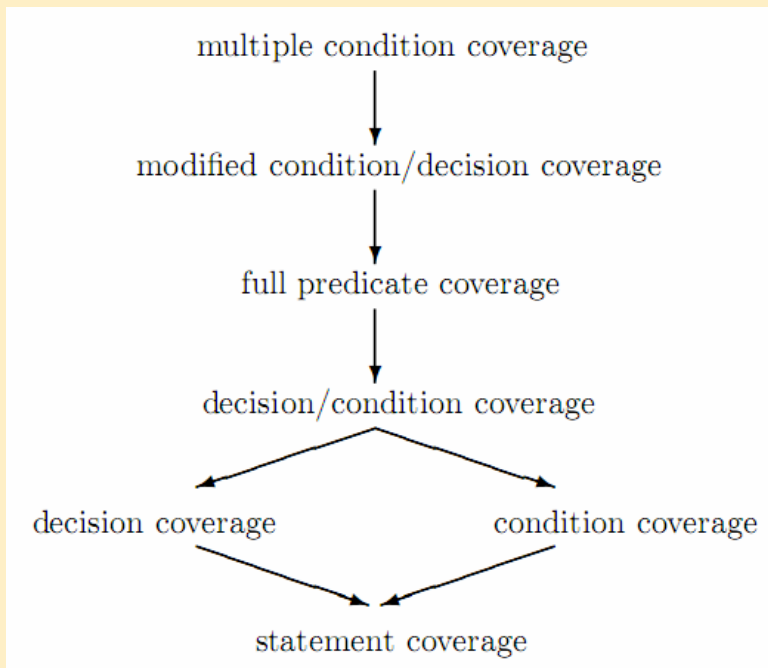
100%-os feltétel kombináció lefedettséghez:

1. $\text{safe}(c) = \text{true}$, $\text{safe}(b) = \text{false}$
2. $\text{safe}(c) = \text{false}$, $\text{safe}(b) = \text{true}$
3. $\text{safe}(c) = \text{false}$, $\text{safe}(b) = \text{false}$
4. $\text{safe}(c) = \text{true}$, $\text{safe}(b) = \text{true}$



33

Feltétel és döntési lefedettségek összefoglalása



Vezérlési folyamat
alapú kritériumok
viszonya

Forrás: S. A. Vilkomir and J. P. Bowen, "From MC/DC to RC/DC: formalization and analysis of control-flow testing criteria," *Formal Aspects of Computing*, vol. 18, no. 1, pp. 42-62, 2006.

35

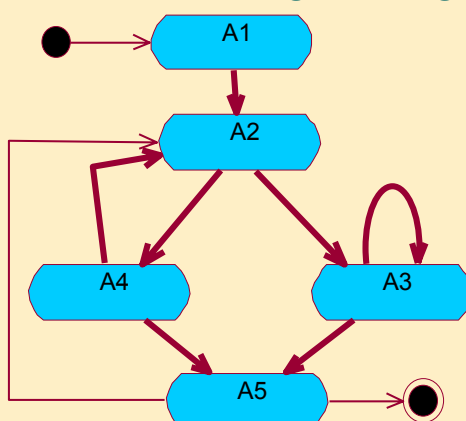
7. Alap út lefedettség (Basis path coverage)

Definíció:

Tesztelés során bejárt független utak száma
Összes független út száma

100% út lefedettség együtt jár:

- 100% utasítás lefedettség, 100% döntés lefedettség
- feltétel lefedettség nem garantált



Út fedettség: 80%

Utasítás fedettség: 100%

36

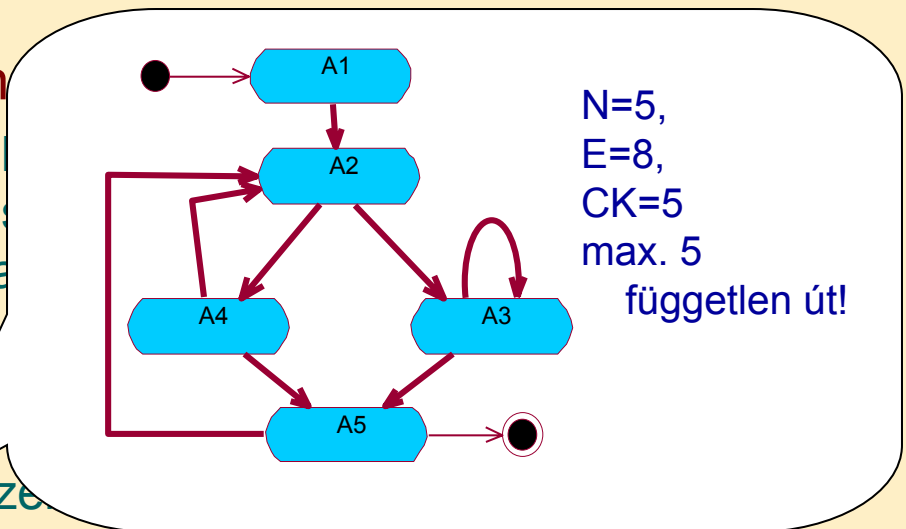
Tesztelés az út fedettség alapján 1/2

- **Cél: Független utak bejárása**
 - Független utak a tesztelés szempontjából:
Van olyan utasítás vagy elágazás,
ami a másokban nincs meg
- **A független utak maximális száma:**
 - **CK**, ciklomatikus komplexitás
 - Szabályos vezérlési gráf alapján meghatározható:
 $CK(G)=E-N+2$, ahol
 - E**: élek száma
 - N**: csomópontok száma a **G** vezérlési gráfban
(vezérlési gráf összekötött, 1 kimenet és 1 bemenet)
- **A független utak halmaza nem egyedi**

37

Tesztelés az út fedettség alapján 1/2

- **Cél: Független utak bejárása**
 - Független utak a tesztelés szempontjából:
Van olyan utasítás vagy elágazás,
ami a másokban nincs meg
- **A független utak maximális száma:**
 - **CK**, ciklomatikus komplexitás
 - Szabályos vezérlési gráf alapján meghatározható:
 $CK(G)=E-N+2$, ahol
 - E**: élek száma
 - N**: csomópontok száma a **G** vezérlési gráfban
(vezérlési gráf összekötött, 1-1 kimenet és bemenet)
- **A független utak halmaza nem egyedi**



38

Tesztelés az út fedettség alapján 2/2

- Algoritmus:
 - Max. CK számú független út kiválasztása
 - Bemenetek generálása egy-egy út bejárásához
- Problémák:
 - Nem minden út bejárható (ld. feltételek).
 - Generálható-e az úthoz bemeneti szekvencia?
 - Lehetséges-e a belső változók beállítása?
 - Ciklusok: Korlátozni (minimalizálni) kell a bejárást!
- Teljesen automatikus módszerek nem léteznek

39

Kiegészítő fedettségi mértékek

- Loop
 - Ciklusok 0 (ahol értelmezhető), 1, illetve többszöri végrehajtása
- Race
 - Több szál futása egyszerre egy-egy kódrészleten
- Relational operator
 - Határértékek használata összehasonlító operátorok esetén
- Weak mutation
 - Operátor vagy operandus hibákra tesztek készítése
- Table
 - Ugrási táblák (állapotgép megvalósítások) teljes tesztelése
- Linear code sequence and jump
 - Lineáris szekvenciák fedése a forráskódban (lehetnek benne vezérlési utasítások, de lineárisan bejárva)
- Object code branch
 - Gépi kódú feltételes ugrások fedése (fordító függő)

40

Példa: Vezérlési folyamat alapú kritériumok

```
Product getProduct(String name, Category cat){
    if (name == null || ! cat.isValid)
        throw new IllegalArgumentException();

    Product p = ProductCache.getItem(name);

    if (p == null){
        p = DAL.getProduct(name, cat);
    }

    return p;
}
```

Cél: Utasítás fedettség, döntési ág fedettség, C/DC fedettség

41

Mértékszámok (kritériumok) áttekintése

- Vezérlési folyamat alapú kritériumok
 - Utasítás lefedettség
 - Döntési ág lefedettség
 - Feltétel lefedettségek
 - Útvonal lefedettség
- Adatfolyam alapú kritériumok
 - Definiálás – használat fedettségek
 - Definíciómentes útvonalak fedettsége
- Módszerek kombinációja

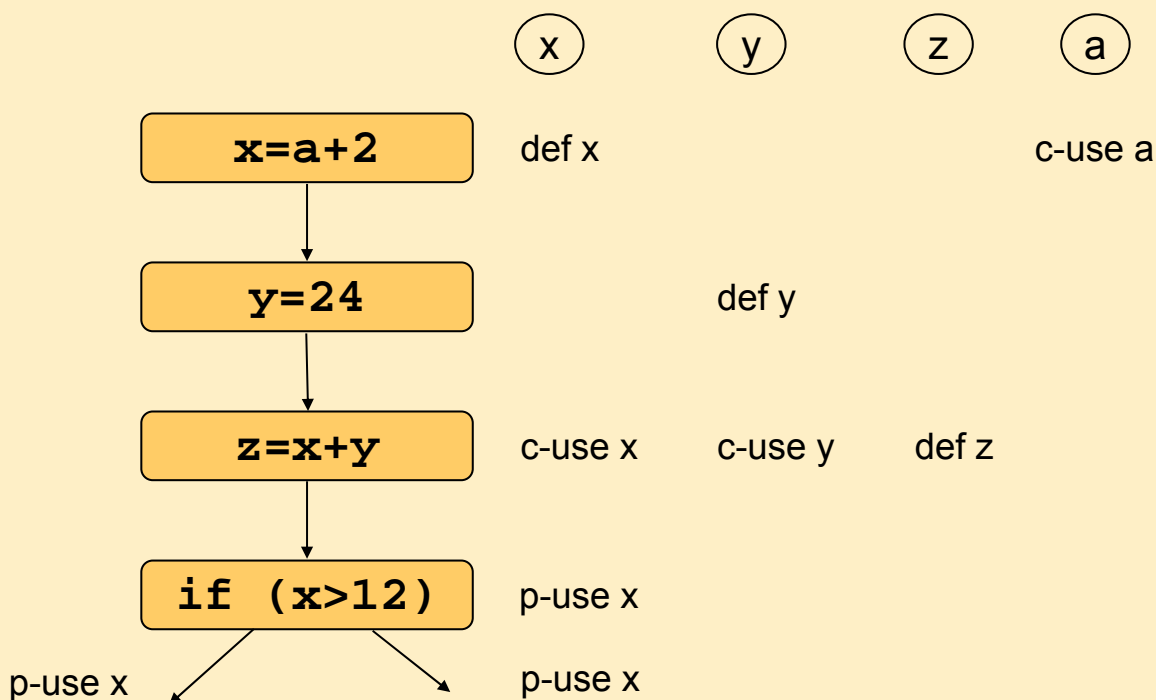
42

Adatfolyam alapú tesztelés

- Cél: Változók értékadásának és az értékek felhasználásának vizsgálata a tesztelés során
 - Rossz értéket adtam? Rosszul használtam fel? Inicializálatlan?
- A programgráf címkézése:
 - **def v**: v változó értékadása
 - **c-use v**: v változó felhasználása számításban
 - **p-use v**: v változó felhasználása elágazási feltételben
- Útvonalak:
 - **def-clear v** útvonal: nincs benne **def v** címkéjű utasítás
 - **d-u v (def-use v)** útvonal:
 - **def v** címkéjű utasítással indul
 - **p-use v** vagy **c-use v** utasítással zárul
 - Közben **def-clear v** útvonal van
 - Nincs belső hurok (legfeljebb a teljes **d-u v** útvonal képez hurkot)

43

Példa a címkézésre



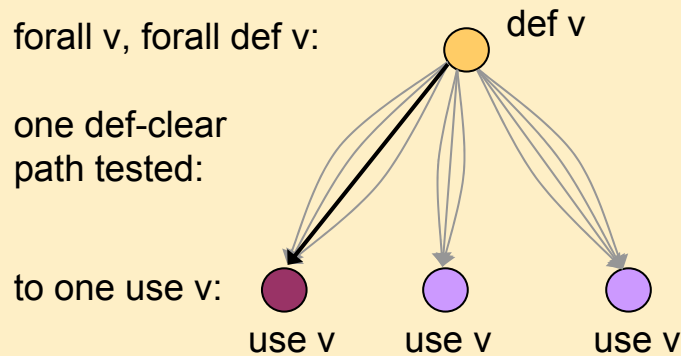
44

All-defs fedettségi kritérium

- All-defs:

Minden v változóra, minden **def v** utasításra:

Egy **use v** utasításig legalább **egy def-clear v** útvonal tesztelése
(itt **use v** lehet akár **p-use v**, akár **c-use v**)



46

All-p-uses, all-c-uses kritériumok

- All-p-uses:

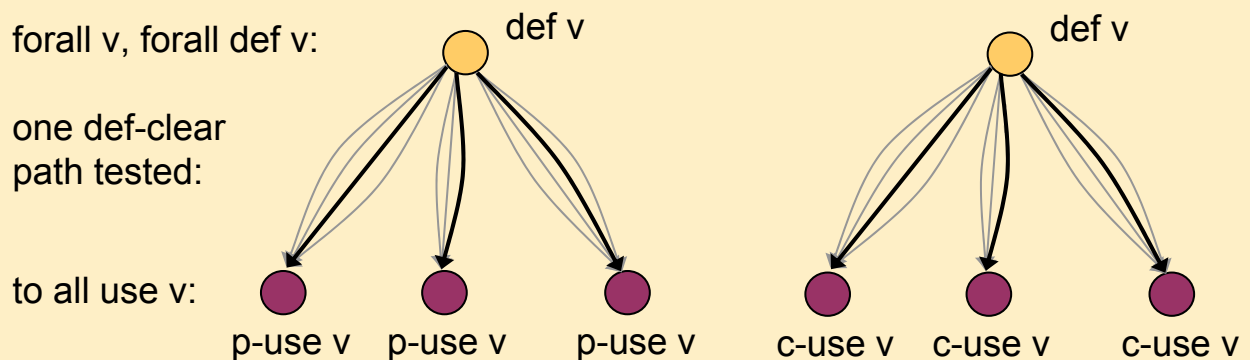
Minden v változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **p-use v** utasításig legalább **egy def-clear v** útvonal tesztelése

- All-c-uses:

Minden v változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **c-use v** utasításig legalább **egy def-clear v** útvonal tesztelése



47

További variációk és all-uses

- **All-p-uses/some-c-uses:**

Minden **v** változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **p-use v** utasításig és (ha **p-use v** nincs)

legalább egy **c-use v** utasításig

legalább egy **def-clear v** útvonal tesztelése

- **All-c-uses/some-p-uses:**

Minden **v** változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **c-use v** utasításig és (ha **c-use v** nincs)

legalább egy **p-use v** utasításig

legalább egy **def-clear v** útvonal tesztelése

- **All-uses:**

Minden **v** változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **use v** utasításig legalább egy **def-clear v** útvonal tesztelése

- Az eddigi kritériumokat magába foglalja

48

All-paths és all-du-paths

- **All-paths:**

– Minden **v** változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **use v** utasításig minden bejárható **def-clear v** útvonal tesztelése

– Hurkok esetén problémás a definíció teljesítése (bejárások száma)

- **All-du-paths:**

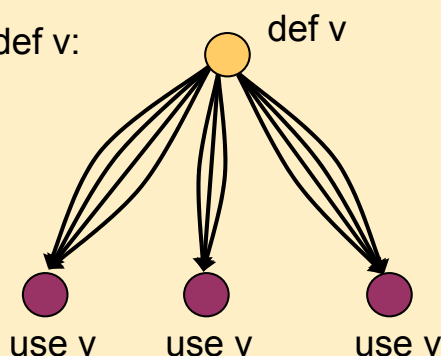
– Minden **v** változóra, minden **def v** utasításra:

Minden **use v** utasításig minden **d-u v** útvonal tesztelése

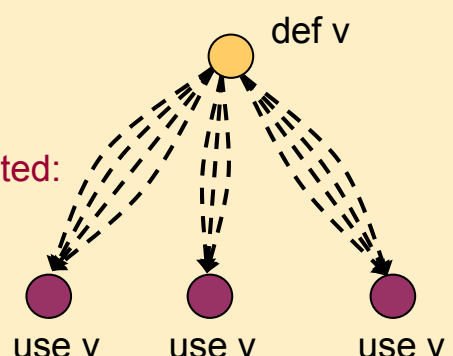
forall v, forall def v:

all def-clear
path tested:

to all use v:

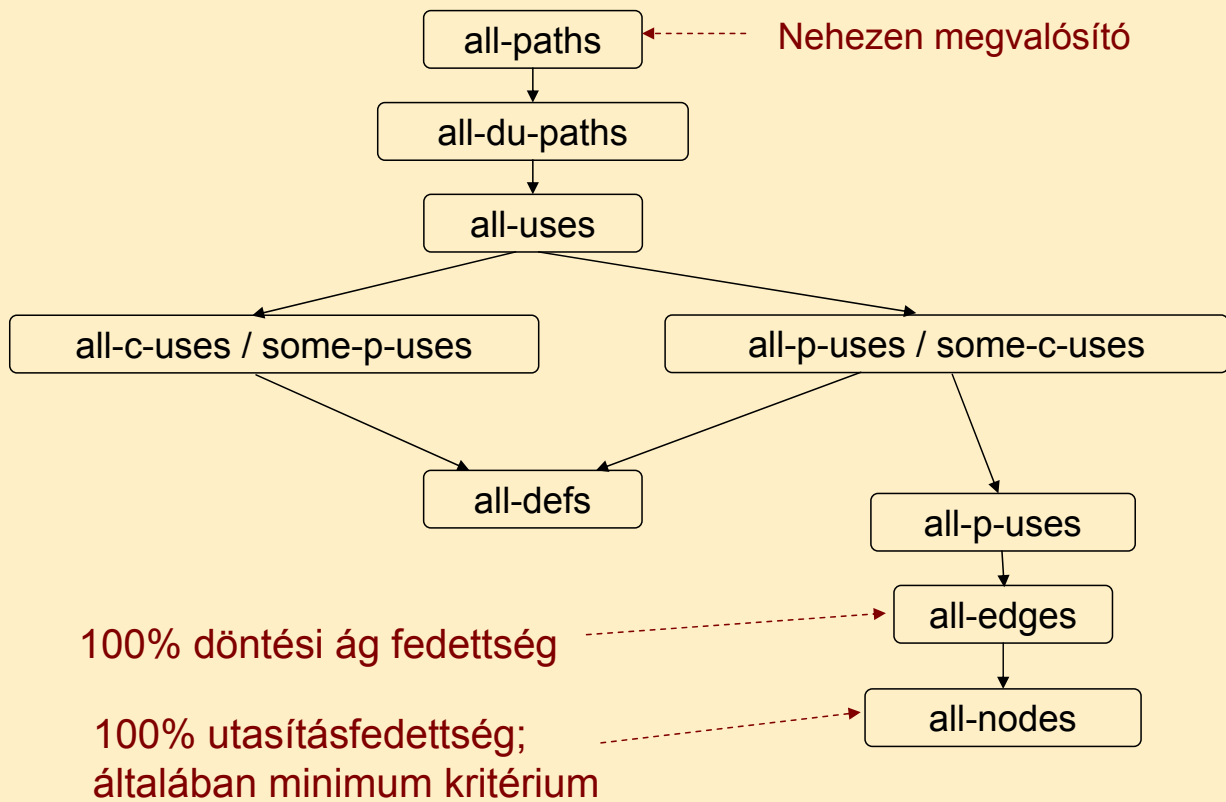


all d-u
path tested:



49

Adatfolyam alapú kritériumok hierarchiája



50

Mértékszámok (kritériumok) áttekintése

- Vezérlési folyamat alapú kritériumok
 - Utasítás lefedettség
 - Döntési ág lefedettség
 - Feltétel lefedettségek
 - Útvonal lefedettség
- Adatfolyam alapú kritériumok
 - Definiálás – használat fedettségek
 - Definíciómentes útvonalak fedettsége
- Módszerek kombinációja

51

Teszttervezési módszerek összefoglalása

- Specifikáció és struktúra alapú módszerek
 - Sokféle módszer illetve technika
 - Mindegyik alkalmazásához gyakorlat kell
- A gyakorlatban általában csak a legegyszerűbb módszereket használják
 - Biztonságkritikus rendszerek: Vannak előírt módszerek (pl. DO178B szabvány: MC/DC szerinti tesztelés)
- Technikák kombinációja hatásos általában:
 - Példa (MS tanulmány):
 - specifikáció alapú: 83%-os kódfedés
 - + exploratory: 86%-os kódfedés
 - + strukturális: 91%-os kódfedés

52

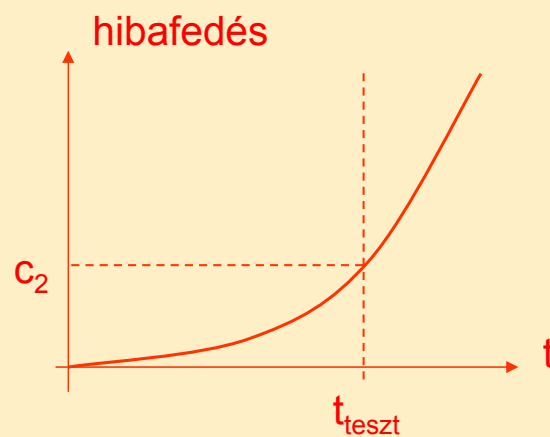
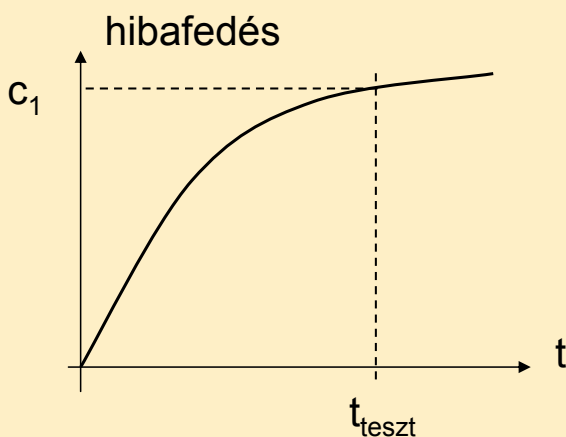
Tesztek végrehajtása

Milyen **sorrendben** hajtsuk végre a tesztek:

Ha várhatóan kevés a hiba:

Először a *hatékony* (nagyobb hibafedésű) tesztek!

- Hosszabb utak,
- összetett feltételű elágazások tesztje



53

Mire jók a teszt fedettségi mértékek?

- Mire jók?
 - Megtalálhatók azok a programrészek, ahol hiányos a tesztelés
 - Ez alapján bővíthető a teszt készlet
 - Azonosíthatók a redundáns tesztek (azonos részeket fednek le)
 - Adatfüggésre is figyelni kell (más adattal más hibát tesztel)
 - **Indirekt** mértéke a kód minőségének a sikeres tesztekhez tartozó fedettség
 - Inkább mértéke a tesztkészlet teljességének
 - A tesztelés befejezése a mértékekhez köthető
- Mire nem jók?
 - Az implementációból kihagyott (nem megvalósított) követelmények tesztelése
 - Kódrészletek kiragadásával történő tesztelés eredményessége kérdéses (a kódrészlet elveszíti környezetét)