Specifikáció alapú teszttervezési módszerek

Majzik István, Micskei Zoltán

http://www.inf.mit.bme.hu/

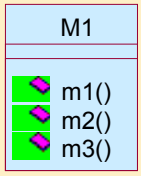
Klasszikus tesztelési feladat

- A tesztelendő program beolvas 3 egész szám paramétert, egy háromszög három oldalának hosszait. Válaszként kiírja, hogy a háromszög általános, egyenlő szárú vagy egyenlő oldalú.
  - » Glen Myers, The Art of Software Testing, 1979
- Milyen teszteket terveznénk ehhez a programhoz?
- Eltérő megoldási javaslatok:
  - Beck: 6 teszt
  - Binder: 65 teszt
  - Jorgensen: 185 teszt!
  - Specifikáció hiányosságok?

Teszttervezés módszerei

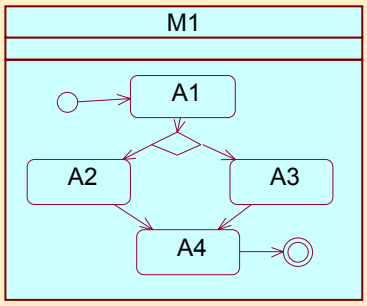
I. Specifikáció alapú

- 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

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



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

1. Ekvivalencia particionálás

- Equivalence Class Partitioning (ECP)

- Bemenet és kimenet ekvivalencia osztályai:
  - Olyan 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

- Bemenet értelmezését ismerni kell!
  - Tesztelő tudásán múlik a módszer hatékonysága

Ekvivalencia osztályok meghatározása

Meghatározás heurisztikus folyamat:

1. Érvényes és érvénytelen bemeneti adatok
2. Partíciók tovább finomítása

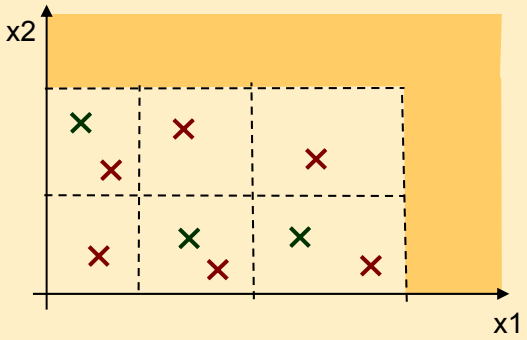
Heurisztikák a meghatározáshoz:

- Tartomány (pl. 1-1000)
  - < min, min-max, >max
- Halmaz (pl. RED, GREEN, BLUE)
  - érvényes elem, érvénytelen
- Specifikus (pl. első karakternek @-nak kell lennie)
  - feltétel teljesül, feltétel nem teljesül
- Egyéni (pl. február hónap)
  - egyéni eset külön partícióba

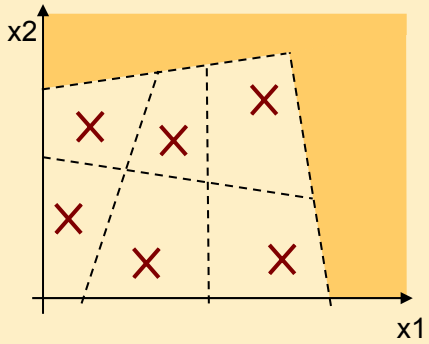
Tesztesetek származtatása

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 is

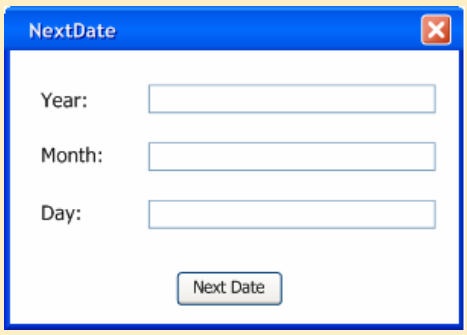


- Gyenge ill.
- Erős normál ekvivalencia osztályok



- Dimenziónként nem függetlenül alakítható partíciók: Erős osztályok

Példa: NextDate program



- NextDate program
- Következő naptári napot határozza meg a Gregorián naptár alapján
- Mik a bemenet ekvivalencia osztályai?
- Mik a kimenet ekvivalencia osztályai?

Példa: Ekvivalencia osztályok meghatározása

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.

Példa: Tesztesetek származtatása

Egy lehetséges kombináció:

Helyes érték véletlenszerű választása

Szerepeljen minden osztály

Egy paraméter érvénytelen, többi érvényes

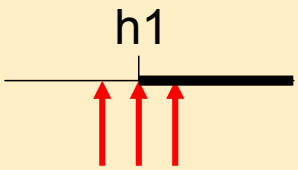
Teszt	Hónap	Nap	Év	Egyéb	Kimenet
T1	V1 ∪ V2 ∪ V3	V6	V8		Érvényes
T2	V1	V4	V9 ∩ V8		
T3	V2	V5	V10 ∩ V8		
T4	V3	V6	V11 ∩ V8		
T5		7	V12 ∩ V8		Érvényes
T6				V13	Érvényes
T7					Hiba
T8	I2				Hiba
T9	I3				Hiba
T10	I4				Hiba
T11		I1			Hiba
...					

2. Határérték-analízis (Boundary Value Analysis)

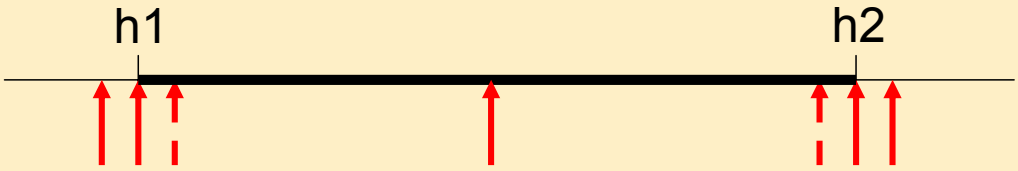
- Az adattartományok határait vizsgálja
  - Egy-egy ekvivalencia osztály határaira koncentrál
  - Bemeneti és kimeneti tartományokra is
  - Alsó és felső határokra
- Tipikus megtalált hibák
  - Hibás relációs operátorok
  - Hibák a ciklusok be- és kilépési feltételeinél
  - Hibák az adatstruktúrák méreténél
  - …

Határérték analízis

- Tipikus adatok:
  - Egy határérték 3 tesztet jelent



  - Egy tartomány 5-7 tesztet jelent



Példa: határértékek a NextDate esetén

- Mik a határértékek a NextDate esetén?
- Hónap
  - 1, 12
  - Tesztelendő: 0, 1, (2), 3-10, (11), 12, 13
- Nap
  - 1, 31
  - Tesztelendő: 0, 1, (2), 3-29, (30), 31, 32
  - Finomítás: 28, 29, 30 is határérték lehet
- Év
  - 1582, 9999
  - Tesztelendő: 1581, 1582, (1583), 1584-9997, (9998), 9999, 10000

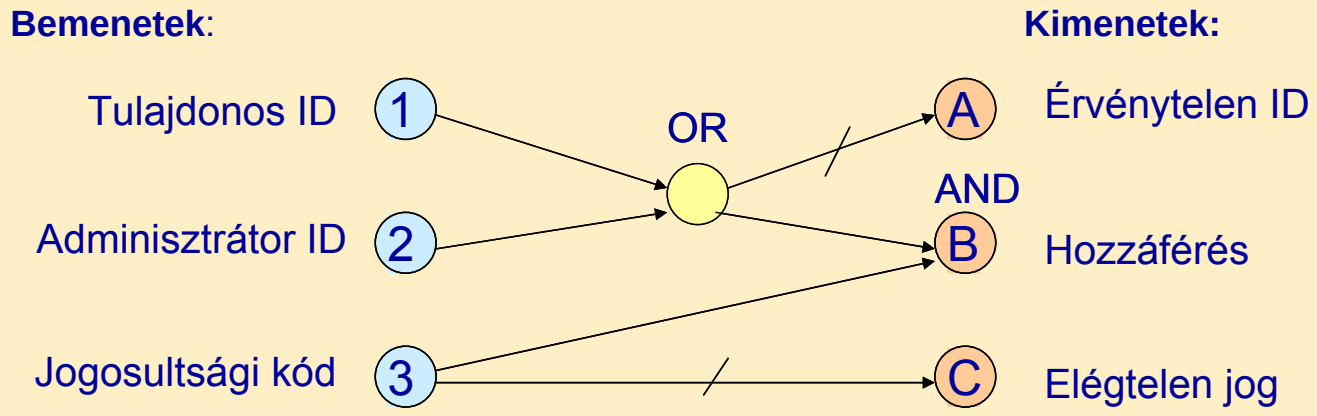
3. Ok-hatás analízis

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 tesztnek felel meg

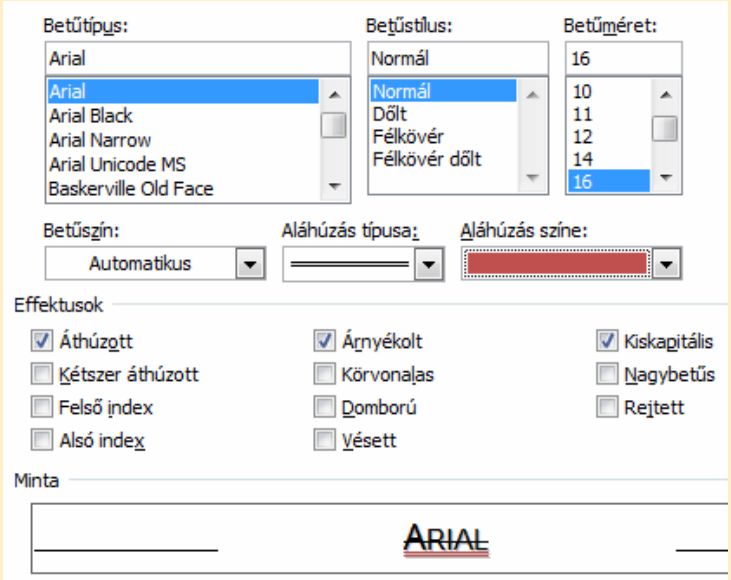
Ok-hatás leírása



		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	

4. Kombinatorikus módszerek

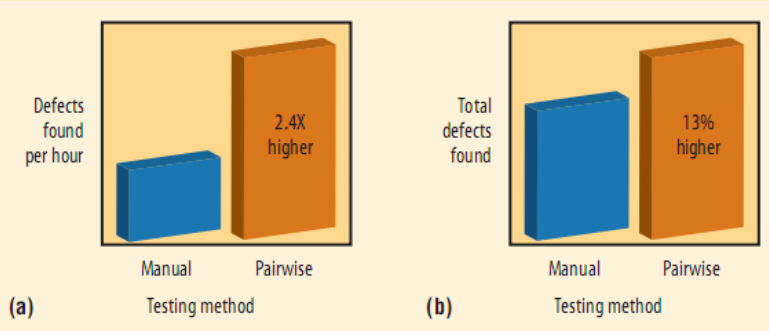
- Paraméterek kombinációja
  - Paraméterek kombinációja okozza a legtöbb hibát
  - 3-nál több paraméter esetén már rengeteg eset
  - Ritka kombinációk veszélyesek lehetnek



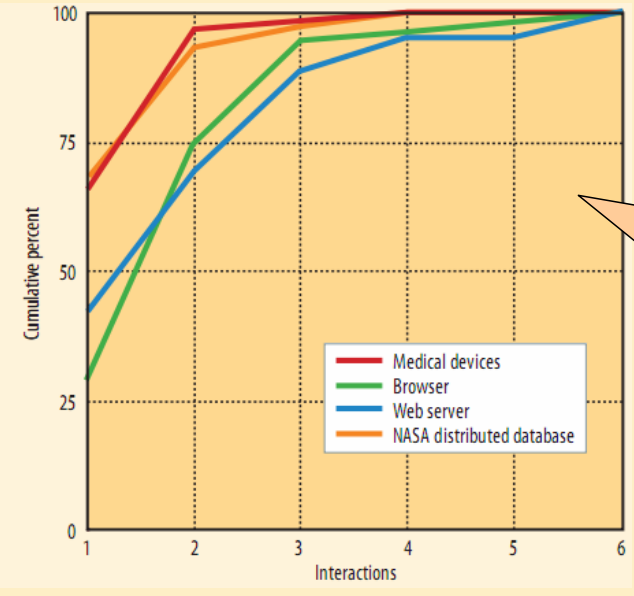
Kombinatorikus tesztelési technikák

- Ad hoc, „best guess”
  - Intuíció, követelmények, tipikus hibák alapján
- Minden választás (each choice)
  - Minden lehetőség szerepeljen egyszer
  - Alap tesztkészletnek hasznos csak
- N-szeres tesztelés (n-wise testing)
  - Tetszőlegesen választott n darab paraméter minden lehetséges kombinációjának lefedése a tesztelési cél
  - Elnevezés még: n-wise coverage
  - Speciális eset (n=2): Páronkénti tesztelés (pair-wise testing)

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

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

N-szeres tesztelés a gyakorlatban

- Feladat: coverage array előállítása

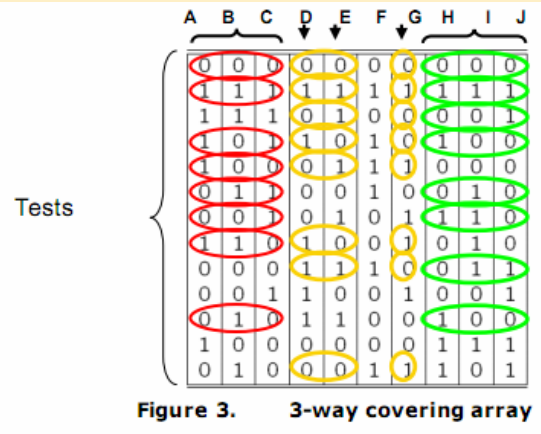


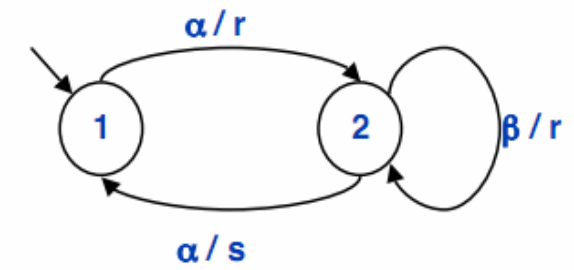
Figure 3. 3-way covering array

Forrás: D. R. Kuhn, R. N. Kacker, Y. Lei
Practical Combinatorial Testing
NIST Special Publication 800-142

- Támogató eszközök
  - http://www.pairwise.org
  - PICT - Pairwise Independent Combinatorial Testing (MS)
  - ACTS - Advanced Combinatorial Testing Suite (NIST)

5. Véges automata alapú

- 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

6. Használati eset tesztelés

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

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)