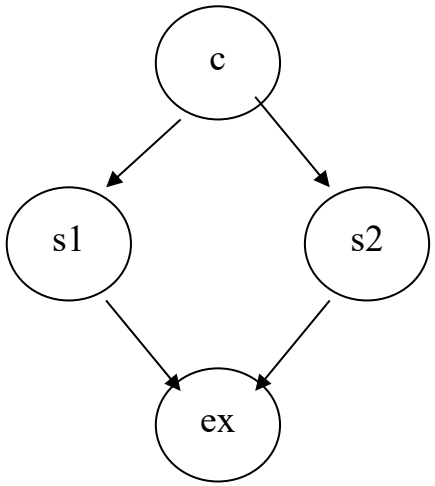
Testare structurala

Testare structurala

- datele de test sunt generate pe baza implementarii (programului), fara a lua in considerare specificatia (cerintele) programului
- pentru a utiliza metode structurale de testare programul poate fi reprezentat sub forma unui graf orientat
- datele de test sunt alese astfel incat sa parcurga toate elementele (instructiune, ramura sau cale) grafului macar o singura data. In functie de tipul de elemente ales, vor fi definite diferite masuri de acoperire a grafului: acoperire la nivel de instructiune, acoperire la nivel de ramura sau acoperire la nivel de cale

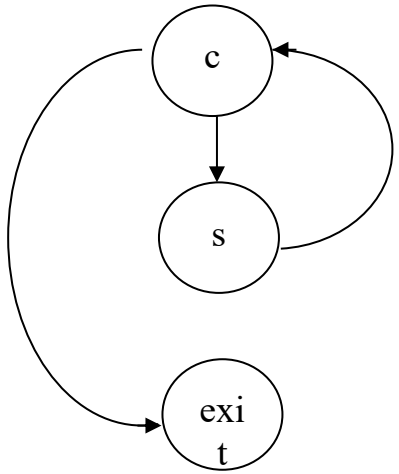
Transformarea programului intr-un graf orientat

- Pentru o secventa de instructiuni se introduce un nod
- if c then s1 else s2

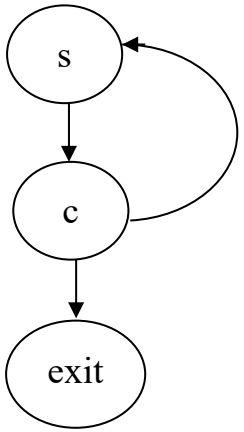


Transformarea programului intr-un graf orientat(2)

- while c do s



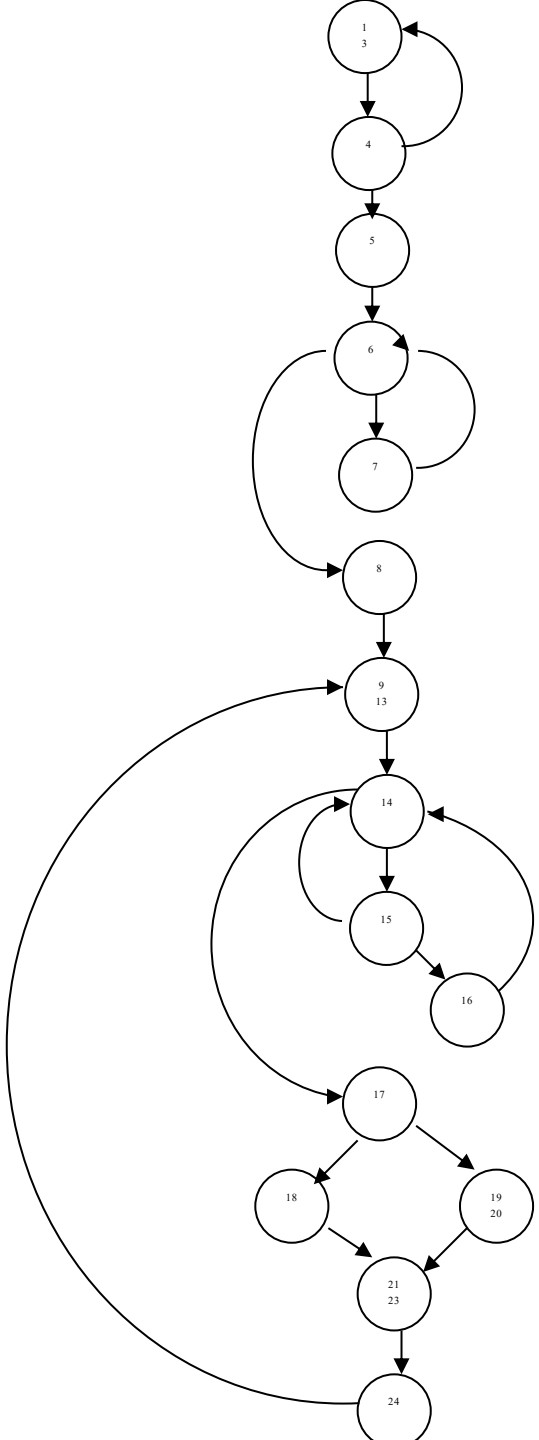
- repeat s until c



Exemplu

```
public class Test {
   public static void main(String[] arg) {

                KeyboardInput in = new KeyboardInput();
                char response,c, nl;
                boolean found;
                int n,i;
                char[]a=new char[20];
1               do {
2               System.out.println("Input an integer between 1 and 20: ");
3                                       n = in.readInteger();
4               } while (n<1||n>20);
5               System.out.println("input "+n+" character(s)");
6               for (i=0; i<n; i++)
7                                       a[i] = in.readCharacter();
8       nl = in.readCharacter();
9               do {
10      System.out.println("Input character to search for: ");
11      c = in.readCharacter();
12      nl = in.readCharacter();
13      found=false;
14      for(i=0; !found && i<n; i++)
15                                              if(a[i]==c)
16                                                      found=true;
17      if(found)
18                      System.out.println("character "+c+" appears at position "+i);
19      else
20                      System.out.println("character "+c+" does not appear in string");
21                      System.out.println("Search for another character?[y/n]: ");
22                      response=in.readCharacter();
23      nl = in.readCharacter();
24      } while ((response=='y') ||(response=='Y'));
25  }
}
```


1
3
4
5
6
7
8
9
13
14
15
16
17
18
19
20
21
23
24

Acoperiri

- Pe baza grafului se pot defini diverse acoperiri, e.g.:
- Acoperire la nivel de instructiune: fiecare instructiune (nod al grafului) este parcursa macar o data
- Acoperire la nivel de ramura: fiecare ramura a grafului este parcursa macar o data
- Acoperire la nivel de cale: fiecare cale din graf este parcursa macar o data ?

Statement coverage (acoperire la nivel de instructiune)

- Fiecare instructiune este acoperita = fiecare nod din graf este acoperit
- De obicei ca nivelul minim de acoperire pe care il poate atinge testarea structurala
- Pentru a obtine o acoperire la nivel de instructiune, trebuie sa ne concentram asupra acelor instructiuni care sunt controlate de conditii (acestea corespund ramificatiilor din graf)

Statement coverage - exemplu

- (n, x, c, s) = (1, a, a, y)

Statement coverage - exemplu

- (n, x, c, s) = (1, a, a, y)
- (n, x, c, s) = (_, _, b, n)

Statement coverage - slabiciuni

- Nu asigura o acoperire suficienta, mai ales in ceea ce priveste conditiile:
- Nu testeaza fiecare conditie in parte in cazul conditiilor compuse - pentru a se atinge o acoperire la nivel de instructiune in programul folosit ca exemplu, nu este necesara introducerea unei valori mai mici ca 1 pentru *n*
- Nu testeaza fiecare ramura
- In particular, in cazul instructiunilor *if* a caror clauza *else* lipseste, ramura *else* poate sa nu fie acoperita.

Decision coverage (acoperire la nivel de decizie)

- Numita si branch coverage (acoperire la nivel de ramura)
- Este o extindere naturala a metodei precedente.
- Genereaza date de test care testeaza cazurile cand fiecare decizie este adevarta sau falsa.
- Acopera fiecare ramura (inclusiv ramurile nule ale instructiunilor *if/else*)

Observatie

- Decizie inseamna orice ramificare in graf, chiar atunci cand ea nu apare explicit in program.
- De exemplu, pentru constructia for i := 1 to n din Pascal conditia implicita este i <= n

Decision coverage - exemplu

- Date pentru statement coverage
  - (n, x, c, s) = (1, a, a, y)
  - (n, x, c, s) = (_, _, b, n)
- Nu acopera ramura de la 4 la 1..3
- Este necesara o valoare invalida alui n, e.g. n = 25, pentru acoperirea acesteia.

Decision coverage - limitare

- Nu testeaza conditiile individuale ale fiecarei decizii

Condition coverage (acoperire la nivel de conditie)

- Genereaza date de test astfel incat fiecare conditie individuala dintr-o decizie sa ia atat valoarea adevarat cat si valoarea fals (daca acest lucru este posibil).
- De exemplu, daca o decizie ia forma c1 || c2 sau c1 && c2, atunci acoperirea la nivel de conditie se obtine astfel incat fiecare dintre conditiile individuale c1 si c2 sa ia atat valoarea adevarat cat si valoarea fals

Condition coverage - exemplu

Decizii	Conditii individuale
while (n<1||n>20)	n < 1, n > 20
for (i=0; i<n; i++)	i < n
for(i=0; !found && i<n; i++)	found, i< n
if(a[i]==c)	a[i] = c
if(found)	Found
while ((response=='y') ||(response=='Y'))	(response=='y') (response=='Y')

Condition coverage – exemplu (2)

- (n, x, c, s) = (0, _, _, _)
- (n, x, c, s) = (25, _, _, _)
- (n, x, c, s) = (1, a, a, y)
- (n, x, c, s) = (_, _, b, y)

Condition coverage – slabiciuni

- Poate sa nu realizeze o acoperire la nivel de ramura.
- De exemplu, datele din exemplu nu realizeaza iesirea din bucla *while* ((response=='y') ||(response=='Y')) (conditia globala este in ambele cazuri adevarata).
- Pentru a rezolva aceasta slabiciune se poate folosi testarea la nivel de decizie / conditie.

Condition/decision coverage (acoperire la nivel de conditie/decizie)

- Genereaza date de test astfel incat
  - fiecare conditie individuala dintr-o decizie sa ia atat valoarea adevarat cat si valoarea fals (daca acest lucru este posibil) si
  - fiecare decizie sa ia atat valoarea adevarat cat si valoarea fals.

Condition/decision coverage - exemplu

- Condition coverage
  - (n, x, c, s) = (0, _, _, _)
  - (n, x, c, s) = (25, _, _, _)
  - (n, x, c, s) = (1, a, a, y)
  - (n, x, c, s) = (_, _, b, y)
- (n, x, c, s) = (_, _, b, n) produce valoarea fals pentru conditia globala ((response=='y') ||(response=='Y')) ramasa

Multiple condition coverage (acoperire la nivel de conditii multiple)

- Genereaza date de test astfel sa fie incat sa parcurga toate combinatiile posibile de adevarat si fals ale conditiilor individuale.
- Poate genera o explozie combinatorica (pentru n conditii pot fi necesare 2^n teste)

Modified condition/decision (MC/DC) coverage

- Motivatie
  - Condition/Decision coverage poate sa nu testeze unele conditii individuale (care sunt “mascate” de alte conditii)
  - Multiple condition coverage poate genera o explozie combinatorica
- Solutie
  - O forma modificata a condition/decision coverage.

Modified condition/decision coverage (2)

- Un set de teste satisface MC/DC coverage atunci cand:
  - Fiecare conditie individuala dintr-o decizie ia atat valoare True cat si valoare False
  - Fiecare decizie ia atat valoare True cat si valoare False
  - Fiecare conditie individuala influenteaza in mod independent decizia din care face parte

MC/DC coverage - avantaje

- Acoperire mai puternica decat acoperirea conditie/decizie simpla, testand si influenta conditiilor individuale aspra deciziilor
- Produce teste mai putine – depinde liniar de numarul de conditii

MC/DC coverage - AND

Test	C1	C2	C1∧C2
t1	True	True	True
t2	True	False	False
t3	False	True	False

- t1 si t3 acopera C1
- t1 si t2 acopera C2

MC/DC coverage - OR

Test	C1	C2	C1∨C2
t1	False	True	True
t2	True	False	True
t3	False	False	False

- t2 si t3 acopera C1
- t1 si t3 acopera C2

MC/DC coverage - XOR

Test	C1	C2	C1xorC2
t1	True	True	False
t2	True	False	True
t3	False	False	False

- t2 si t3 acopera C1
- t1 si t2 acopera C2

MC/DC coverage - exemplu: C = C1 ∧ C2 ∨ C3

Test	C1	C2	C3	C	Efect demonstrat pentru
1	True	True	False	True	C1
2	False	True	False	False	
3	True	True	False	True	C2
4	True	False	False	False	
5	True	False	True	True	C3
6	True	False	False	False	

MC/DC coverage - exemplu: C = C1 ∧ C2 ∨ C3

Set de teste minimal

Test	C1	C2	C3	C
t1	True	True	False	True
t2	False	True	False	False
t3	True	False	False	False
t4	True	False	True	True

t1 si t2 testeaza C1

t1 si t3 testeaza C2

t3 si t4 testeaza C3

Testarea circuitelor independente

- Modalitate de a identifica limita superioara pentru numarul de cai necesare pentru obtinerea unei acoperiri la nivel de ramura.
- Se bazeaza pe formula lui McCabe pentru Complexitate Ciclomatica.

Complexitate Ciclomatica

- Dat fiind un graf complet conectat *G* cu *e* arce si *n* noduri, atunci numarul de circute linear independente este dat de:
- $V(G) = e - n + 1$

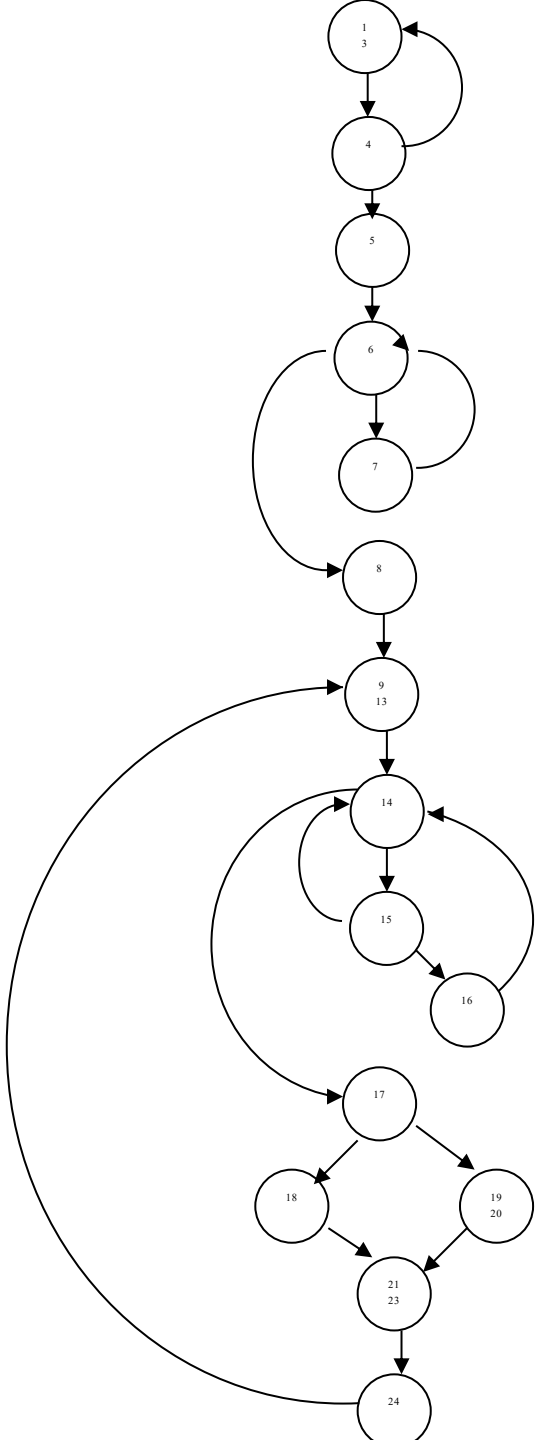
- Graf complet conectat: exista o cale intre oricare 2 noduri (exista un arc intre nodul de stop si cel de start)
- Circuit = cale care incepe si se termina in acelasi nod
- Circuite linear independente: nici unul nu poate fi obtinut ca o combinatie a celorlalte

Complexitate Ciclomatica (2)

- Graful asociat unui program nu este complet conectat

Complexitate Ciclomatica (2)

- Graful asociat unui program nu este complet conectat
- Devine complet conectat daca adaugam un arc de la nodul de sfarsit la nodul de inceput
- Exemplu:
  - adaugand un arc de la 25 la 1, avem
  - n = 16, e = 22, V(G) = 7


1
3
4
5
6
7
8
9
13
14
15
16
17
18
19
20
21
23
24

Circuite independente: exemplu

- a) 1..3, 4, 5, 6, 8, 9..13, 14, 17, 18, 21..23, 24, 25, 1..3
- b) 1..3, 4, 5, 6, 8, 9..13, 14, 17, 19..20, 21..23, 24, 25, 1..3
- c) 1..3, 4, 1..3
- d) 6, 7, 6
- e) 14, 15, 14
- f) 14, 15, 16, 14
- g) 9..13, 14, 17, 18, 21..23, 24, 25, 1

- Acesta poate numele de set de baza

Circuite independente: exemplu (2)

- Orice cale se poate forma ca o combinatie din acest set de baza.
- Exemplu
- 1..3, 4, 1..3, 4, 1..3, 4, 5, 6, 7, 6, 8, 9..13, 14, 15, 16, 14 17, 18, 21..23, 24, 25, 1..3
- este o combinatie din: a, c (de 2 ori), d, f

Avantaje si dezavantaje

- Avantaj: Setul de baza poate fi generat automat si poate fi folosit pentru a realiza o acoperire la nivel de ramura.
-
- Dezavantaj: Setul de baza nu este unic, iar uneori complexitatea acestuia poate fi redusa.

Testare la nivel de cale

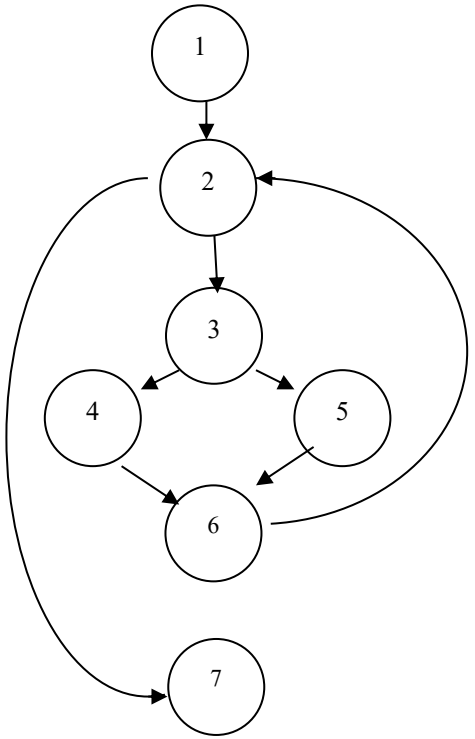
- Genereaza date pentru executarea fiecarei cai macar o singura data
- Problema: in majoritatea situatiilor exista un numar infinit (foarte mare) de cai
- Nefezabila

Testare la nivel de cale (2)

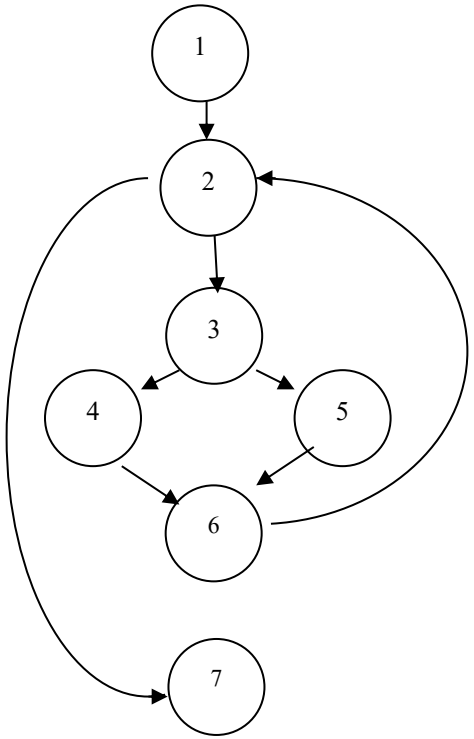
- Posibila solutie: Impartirea cailor in clase de echivalenta.
- De exemplu: 2 clase pot fi considerate echivalente daca difera doar prin numarul de ori de care sunt traversate de acelasi circuit;
- Deci fiecare circuit determina 2 clase de echivalenta:
  - traversate de 0 ori
  - traversat de n ori, n > 1

Exemplu 1

- 1
- 2 while c1 do
- 3 if c2 then
- 4 …
- else
- 5 …
- 6 …
- 7 …



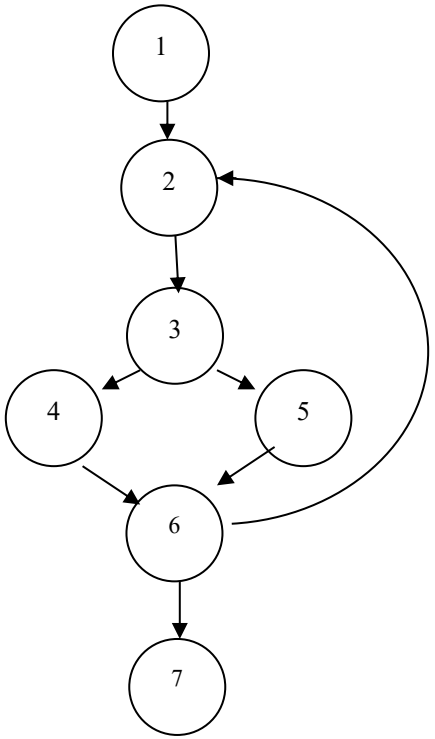
Exemplu 1



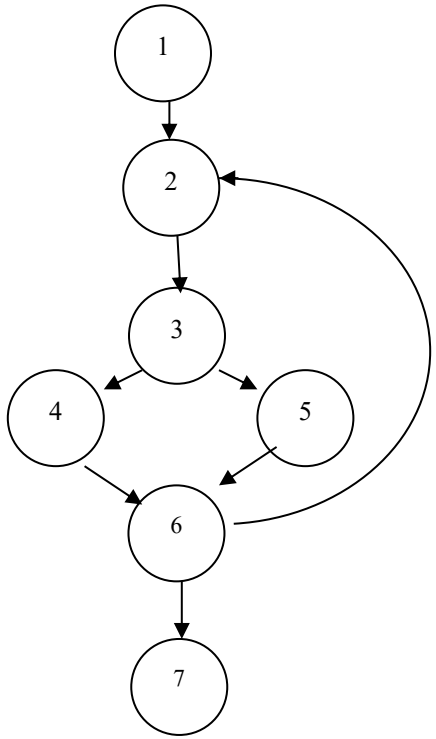
- Circuite
  - 2.3.4.6.2 (circuit 1)
  - 2.3.5.6.2 (circuit 2)
- Cazuri de test
  - 1.2.7 (nici un circuit)
  - 1.2.3.4.6.2.7 (circuit 1)
  - 1.2.3.5.6.2.7 (circuit 2)

Exemplu 2

- 1 …
- 2 repeat
- 3 if c2 then
- 4 …
- else
- 5 ….
- 6 until c1
- 7



Exemplu 2



- Circuite
  - 6.2.3.4.6 (circuit 1)
  - 6.2.3.5.6 (circuit 2)
- Cazuri de test
  - 1.2.3.4.6.7 (nici un circuit)
  - 1.2.3.5.6.7 (nici un circuit)
  - 1.2.3.4.6.2.3.4.6.7 (circuit 1)
  - 1.2.3.4.6.2.3.5.6.7 (circuit 2)
  - 1.2.3.5.6.2.3.4.6.7 (circuit 1)
  - 1.2.3.5.6.2.3.5.6.7 (circuit 2)

Testare la nivel de cale: Tema

- Aplicati tehnica pe programul folosit ca exemplu.