

Teste de Software

Estratégias de Teste Estrutural de Software

Lesandro Ponciano

Objetivos da Aula

- Contextualizar a técnica de Teste Estrutural de software
- Introduzir o conceito de “grafo de fluxo de controle” de um programa
- Introduzir a análise de critério de adequação e de cobertura

A Técnica de Teste Estrutural

- Método para projeto de casos de teste utilizando a **estrutura** de controle do módulo
 - Casos de teste são gerados a partir da **implementação**
- Objetivos
 - Garantir que todos os caminhos independentes dentro de um módulo sejam executados ao menos uma vez
 - Executar todas as decisões lógicas do programa, tanto a parte verdadeira quanto a falsa
 - Executar todas as estruturas de repetição nos seus limites definidos ou operacionais
 - Garantir a validade das estruturas de dados internas

Grafo de Fluxo de Controle (GFC)

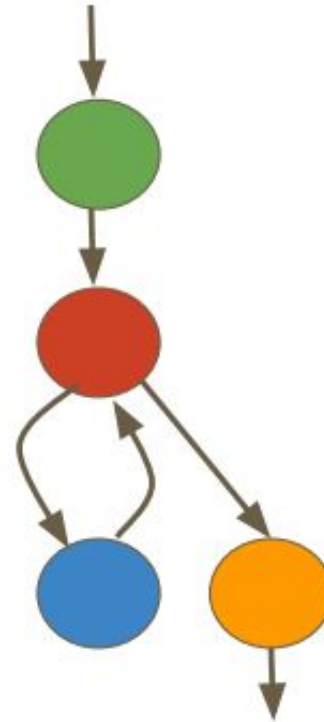
- Um programa P é representado como um grafo direcionado $G=(N, E, s)$, onde
 - N é o conjunto de vértices
 - E é o conjunto de arestas
 - s é o vértice de entrada
- No Grafo G
 - Um vértice indica um bloco indivisível de comandos
 - Uma aresta indica um possível desvio de um bloco para outro

Grafo de Fluxo de Controle (GFC)

- Cada bloco de comandos tem as seguintes características
 - Não existe desvio de execução dentro do bloco
 - Uma vez que o primeiro comando do bloco é executado, todos os comandos são
- No grafo G
 - há um único vértice de entrada, $s \in N$
 - há um único vértice de saída, $o \in N$
 - um "caminho" é uma sequência finita de vértices (n_1, n_2, \dots, n_k) , $k \geq 2$, tal que existe um vértice de n_i para n_{i+1} , para $i=1, 2, \dots, k-1$

Fluxo de Controle

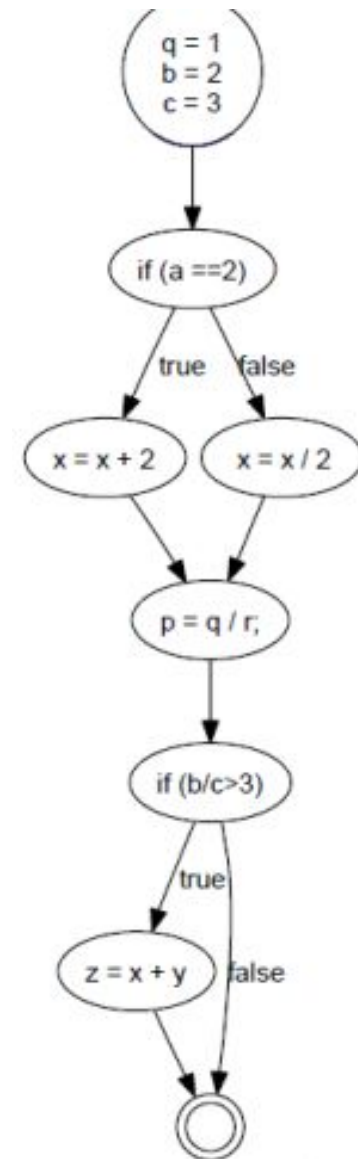
```
x=0;  
while(x<y)  
{  
    y=f(x,y);  
    x=x+1;  
}  
y=y+x;
```



```

1  q = 1;
2  b = 2;
3  c = 3;
4  if (a ==2) {
5      x = x + 2;
6  } else {
7      x = x / 2;
8  }
9  p = q / r;
10 if (b/c > 3) {
11     z = x + y;
12 }

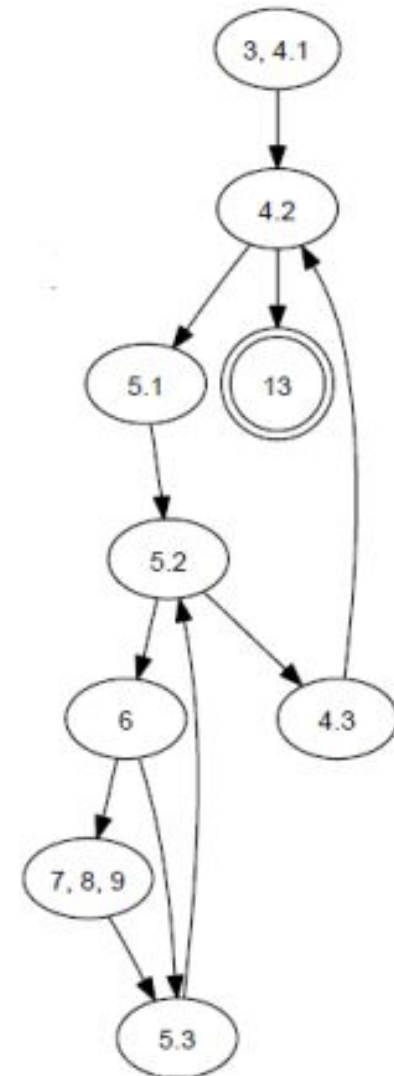
```



```

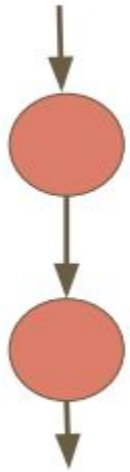
2 public void bolha(int [] a, int size) {
3     int i, j, aux;
4     for (i = 0; i < size; i++) {
5         for (j = size - 1; j > i; j--) {
6             if (a[j - 1] > a[j]) {
7                 aux = a[j - 1];
8                 a[j - 1] = a[j];
9                 a[j] = aux;
10            }
11        }
12    }
13 }

```

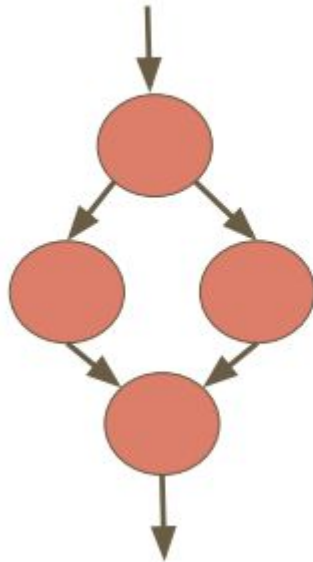


Fluxo de Controle

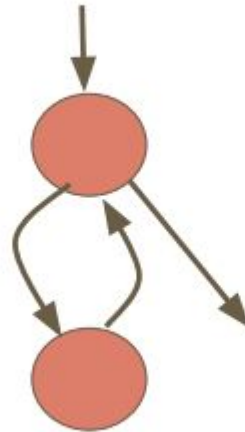
Sequencial



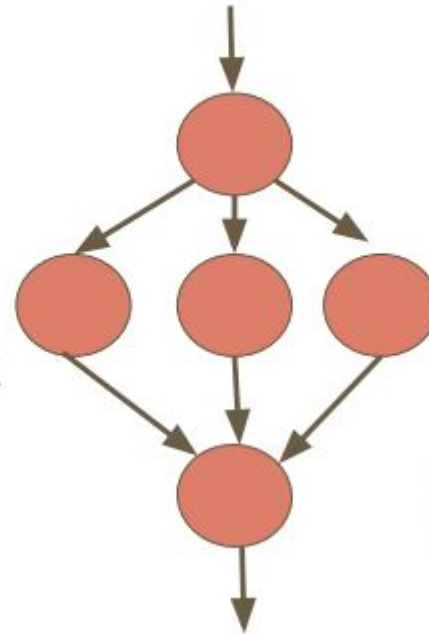
if-else



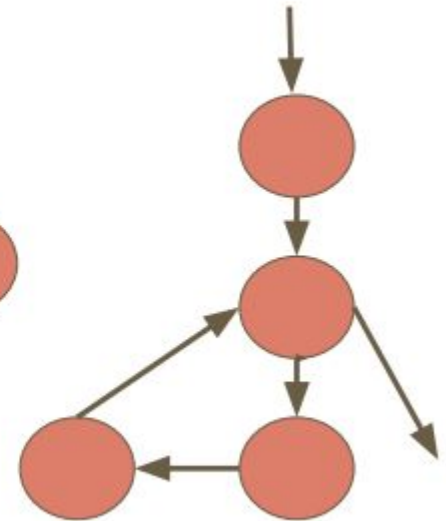
While



switch-case



for



Casos de Teste para Cobertura

- Conjunto de casos de teste é dito adequado de acordo com um critério, se
 - Exercita todos os elementos definidos no critério
 - Ou seja, causa todos os elementos definidos no critério
- Conjunto de testes deve:
 - maximizar a cobertura
 - minimizar o tempo
- Grau de cobertura pode ser menor do que 100% devido a elementos inatingíveis

Cobertura

Cálculo da Cobertura

$$Cobertura = \frac{totalDeItensTestados}{totalDeItens} * 100$$

Aplicação da Cobertura

- Tipos de Cobertura
 - Cobertura de código: Cobrir possíveis maneiras em que o código é executado
 - Cobertura de dados: Cobrir as possíveis combinações de dados
- Critérios de cobertura
 - Cobertura de comandos (*statements*)
 - Cobertura de decisões (*branches*)
 - Cobertura de condições
 - Cobertura de caminhos

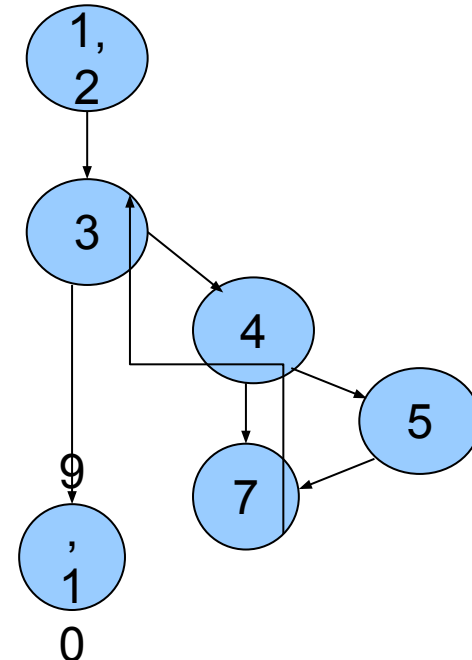
Cobertura de Comandos

Cada comando deve ser executado pelo menos uma vez

- No grafo, garantir que cada vértice será exercitado pelo menos uma vez pelo conjunto de testes

```
1. int foo(int a, int b){
2.     int c=0;
3.     while(a<0){
4.         if (b<0){
5.             b=b+2;
6.         }
7.         a=a+1;
8.     }
9.     c=a+b;
10.    return c;
11. }
```

a=-1
b=-1
c=1



Limitações

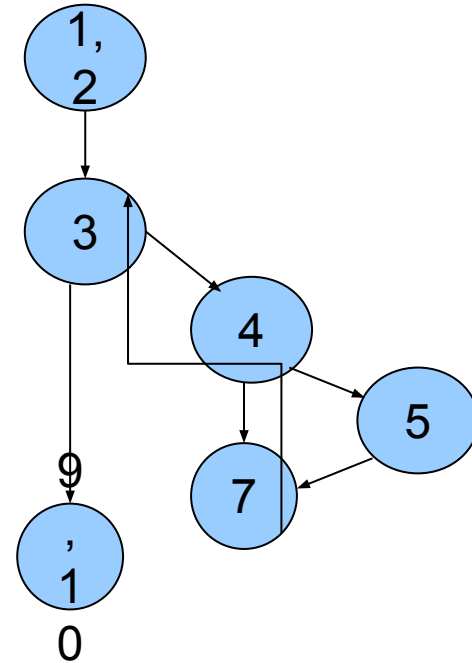
- Não é capaz de detectar diversos tipos de defeito. Ex.:
 - `if (a > 0)` onde deveria ser `if (a >= 0)`
 - Executar um comando de repetição uma única vez
 - “*ifs*” sem “*elses*” são particularmente vulneráveis

Cobertura de Decisões/Desvios

Cada ramo deve ser percorrido pelo menos uma vez

- No grafo, garantir que todas as arestas serão executadas pelo menos uma vez pelo conjunto de testes
- Note que, um caso de teste pode ser suficiente para cobrir todos os comandos, mas não todos os caminhos de diferente decisão

```
1. int foo(int a, int b){
2.     int c=0;
3.     while(a<0){
4.         if (b<0){
5.             b=b+2;
6.         }
7.         a=a+1;
8.     }
9.     c=a+b;
10.    return c;
11. }
```



Cobertura de Condições

Todas as decisões devem ser avaliadas para valores verdadeiros e falsos em cada decisão

- Não requer testar todas as possibilidades
- Desvios podem não estar totalmente cobertos
- Pode-se combiná-la com a cobertura de desvios

Cobertura de Caminhos

Deve-se seguir todos os caminhos pelo menos uma vez incluindo repetições

- Deve-se cobrir todos os caminhos possíveis, incluindo repetições, da entrada até a saída
- Caminhos:
 - Podem chegar a 2^n para n condições
 - Comandos de repetição: o número de caminhos é muito grande e pode ser infinito
- O custo pode ser proibitivo

Atividade de Fixação

- O que é o Teste Estrutural de software?
- O que é um grafo de fluxo de controle de um programa? Como esse grafo é construído?
- Explique cada um dos critério de cobertura
 - Cobertura de comandos (*statements*)
 - Cobertura de decisões (*branches*)
 - Cobertura de condições
 - Cobertura de caminhos

Referências

- Delamaro, M. E., Maldonado, J. C., & Jino, M. (2016). Introdução ao teste de software. Rio de Janeiro: Elsevier. (Capítulo 4)
- Myers, Glenford J. et al (2004) "The Art of Software Testing." 2ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons.

Teste de Software

Prof. Dr. Lesandro Ponciano

<https://orcid.org/0000-0002-5724-0094>