Teste de Software

Teste de Mutação: Critério de Teste Baseado em Erros

PUC Minas

Instituto de Ciências Exatas
e Informática

Prof. Lesandro Ponciano

Departamento de Engenharia de Software
e Sistemas de Informação (DES)

Objetivos da Aula

- Contextualizar a técnica de teste baseada em erros
- Definir “mutantes” em Teste de Software
- Introduzir as etapas do Teste de Mutação

Técnica de Teste Baseada em Erros

- Há um conjunto de erros frequentemente cometidos durante o processo de desenvolvimento do software
- Os erros mais comuns podem ser utilizados como informação para teste do software
- Casos de teste baseados em erros frequentes

Mutantes

- Um código correto pode ter diversas versões incorretas
  - Cada versão é considerada um mutante
  - Cada mutante contém apenas um defeito
  - Uma mutação é uma simples mudança sintática

- Casos de teste são aplicados ao programa original e ao programa mutante
  - Para causar o programa mutante falhar
  - Assim, demonstrar a eficácia do caso de teste

Exemplo de Mutante

```
int max(int x, int y)
{
    int mx = x;
    if (x > y)
        mx = x;
    else
        mx = y;
    return mx;
}
```

Principal

```
int max(int x, int y)
{
    int mx = x;
    if (x < y)
        mx = x;
    else
        mx = y;
    return mx;
}
```

Mutante

Teste de Mutação

- É uma técnica que visa medir o quão apropriado é um conjunto de casos de teste
- Deve ser usado em conjunto com as estratégias de derivação de casos de teste

Hipóteses do Teste de Mutação

- Programador Competente
  - Programadores experientes escrevem programas corretos
  - Ou ele escrevem programas que, com poucas alterações, se tornam corretos

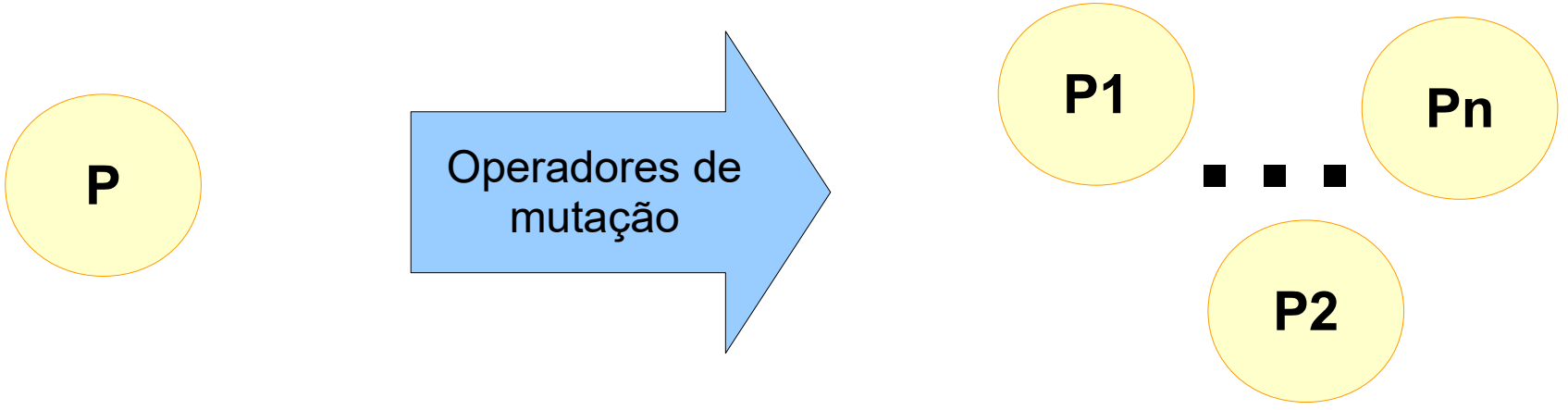
- Efeito de Acoplamento
  - Defeitos complexos estão relacionados a defeitos simples
  - Ou, se cada defeito simples for consertado, pode-se assumir que os defeitos complexos também o serão

Passos do Teste de Mutação

1) Geração de Mutantes
2) Execução do Programa
3) Execução dos Mutantes
4) Análise dos Mutantes Vivos

1 – Geração dos Mutantes

- Modelar os desvios sintáticos mais comuns
  - Aplicação de operadores de mutação em um programa
  - Gerando programas similares: mutantes



Categorias de Operadores de Mutação

- Operador de mudança de operando
  - *if(5<y) -> if(y < 5) -> if(y < x)*
- Operador de modificação de expressão
  - *if(x==y) -> if(x>=y) -> if(x<y)*
- Operador de modificação de comando
  - Deletar *else*, parte do *if-else*
  - Deletar todo o *if-else*
  - Inclusão de um *return*

- Depende muito da linguagem de programação

Operadores de Mutação em C

- Elimiação de comandos (SSDL, *Statement Delection*)
- Troca de Operador Relacional (ORRN, *Relational operator replacement*)
- Armadilha em condição de comando if (STRI, *trap in if condiction*)
- Troca de variáveis escalares (Vsrr, *scalar variable reference replacement*)

2 – Execução do Programa

- Execução do programa com os casos de teste

3 - Execução dos Mutantes

- Execução dos mutantes com os casos de teste
- Análise dos tipos de mutantes detectados
  - mortos e vivos
- Mutante Morto
  - Gera saída diferente do programa original
- Mutantes Vivos
  - Gera saída igual à do programa original

4 - Análise dos Mutantes Vivos

- Mutantes não-equivalentes
  - Os casos de teste foram insuficientes para matar
  - Deve-se criar um novo caso de teste

- Mutantes equivalentes
  - Não podem ser mortos

Detecção de Mutantes Equivalentes

- Estratégias baseadas em otimização de compiladores e análise de fluxo de dados
  1) Detecção de Código não alcançável
  2) Propagação de constantes
  3) Propagação de invariantes
  4) Detecção de expressões comuns
  5) Detecção de invariantes de repetição
  6) *Hoisting* e *sinking*

OFFUTT, A. Jefferson; CRAFT, W. Michael. Using compiler optimization techniques to detect equivalent mutants. Software Testing, Verification and Reliability, v. 4, n. 3, p. 131-154, 1994.

Mutation Score

- Para um conjunto de casos de teste, o *mutation score* é o percentual de mutantes não-equivalentes que fora mortos

- *MutationScore = 100 * D/(N-E)*
  - D = mutantes mortos
  - N = número de mutantes
  - E = número de mutantes equivalentes

- Um conjunto de casos de teste adequado tem *mutationScore* de 100%

Avaliação do Teste de Mutação

- Estudos empíricos mostram que o teste de mutação é uma forma efetiva de avaliar um conjunto de casos de teste
- Gerar todos os mutantes e executar cada caso de teste em todos os mutantes é custoso
- A suíte de teste pode variar muito dependendo da linguagem de programação

Referências

- Nakagawa, Elisa Yumi. (2015) Teste de Software - Parte 2. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/317501/mod_resource/content/1/Aula08_TesteSoftware_Parte2.pdf
- Dependable Software Systems. Topics in Mutation Testing and Program Perturbation. SERG https://slideplayer.com/slide/7421728/
- Myers, Glenford J. et al (2004) "The Art of Software Testing." 2ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons.
- DELAMARO, Márcio; MALDONADO, José; JINO, Mario. Introdução ao teste de software. Elsevier Brasil, 2016. **(Capítulo 5)**