SSC721 – Teste e Inspeção de Software

Técnica de Teste Funcional

Simone Senger de Souza
srocio@icmc.usp.br

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação — ICMC/USP

Roteiro

- Técnica Funcional
- Critérios de Teste Funcionais
- Particionamento em Classes de Equivalência
- Análise do Valor Limite
- Conclusão
- Exercício de Fixação

Aula Anterior...

- Diferentes técnicas e critérios de teste existem para auxiliar na atividade de teste.
  - Basicamente, os testes podem ser classificados em teste caixa-preta (teste funcional) ou teste caixa-branca (teste estrutural).
  - Contemplam diferentes perspectivas do software: aspecto complementar!!!!

Técnica Funcional

- Também conhecida como Técnica Caixa-Preta
  - Considera o produto em teste como uma caixa da qual só se conhece a entrada e a saída (sem conhecimento da parte interna).
- Baseia-se na especificação do software para derivar os requisitos de teste.
  - Aborda o software de um ponto de vista macroscópico.
  - Não se preocupa com detalhes de implementação.

Passos da Técnica Funcional

- Passos básicos para aplicar um critério de teste funcional:
  - A especificação de requisitos é analisada.
  - Entradas válidas são escolhidas para determinar se o produto em teste comporta-se corretamente.
  - Entradas inválidas são escolhidas para verificar se estas são detectadas e manipuladas adequadamente.
  - Os casos de testes são construídos (saídas são determinadas para cada entrada).
  - O conjunto de teste é executado e as saídas obtidas são comparadas com as saídas esperadas.
  - Um relatório é gerado para avaliar o resultado dos testes.

Aplicabilidade da Técnica

- Por ser independente da implementação, critérios da técnica funcional podem ser utilizados em todas as fases de teste.
- A complexidade de aplicação aumenta em cada fase.

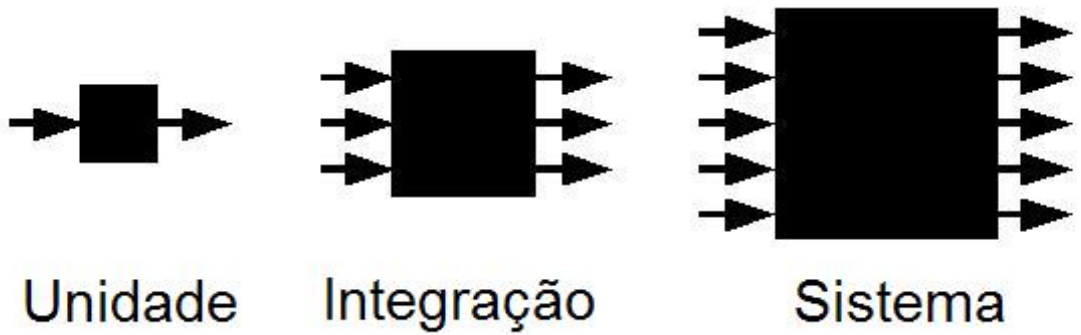


Figura : Aplicabilidade da Técnica Funcional nas Fases de Teste.

Critérios de Teste Funcionais

- Critérios de teste funcionais mais conhecidos:
  - Particionamento em Classes de Equivalência
    - Divide o domínio de entrada (e de saída) de um programa em classes de equivalência, a partir das quais derivam-se os casos de teste.
  - Análise do Valor Limite
    - Complementa o critério Particionamento de Equivalência, exigindo casos de teste nos limites (fronteiras) de cada classe de equivalência.
  - Grafo de Causa-Efeito
    - Verifica o efeito combinado de dados de entrada.
    - Causas (condições de entrada) e efeitos (ações) são identificados e combinados em um grafo.
    - Tabela de Decisão $\rightarrow$ Casos de Teste

Particionamento em Classes de Equivalência

- Critério utilizado para reduzir o número de casos de teste, procurando garantir uma boa cobertura do código do produto em teste.
- Empregado intuitivamente pelos programadores mesmo sem conhecer o critério.

Particionamento em Classes de Equivalência

- Exemplo: Parte de um Sistema de Recursos Humanos que determina contratações com base na idade dos candidatos.

0 – 16	Não empregar.
16 – 18	Pode ser empregado tempo parcial.
18 – 55	Pode ser empregado tempo integral.
55 – 99	Não empregar.

- Como derivar os casos de teste?

Particionamento em Classes de Equivalência

- Considere que o módulo que resolve o problema anterior tenha sido implementado como se segue:

```
1  if (idade == 0) empregar = "NAO";
2  if (idade == 1) empregar = "NAO";
3  ...
4  if (idade == 15) empregar = "NAO";
5  if (idade == 16) empregar = "PAR";
6  if (idade == 17) empregar = "PAR";
7  if (idade == 18) empregar = "INT";
8  if (idade == 19) empregar = "INT";
9  ...
10 if (idade == 53) empregar = "INT";
11 if (idade == 54) empregar = "INT";
12 if (idade == 55) empregar = "NAO";
13 if (idade == 56) empregar = "NAO";
14 ...
15 if (idade == 98) empregar = "NAO";
16 if (idade == 99) empregar = "NAO";
```

Particionamento em Classes de Equivalência

- Neste caso, a única forma de testá-lo adequadamente seria executar o módulo com valores de idade de 0..99.
- Caso haja tempo suficiente, esse é o melhor teste a ser realizado!
- O problema é que da forma como o código anterior foi implementado, a execução de um dado caso de teste não diz nada a respeito da execução do próximo.

Particionamento em Classes de Equivalência

Considere agora uma outra implementação (bem melhor!!) do mesmo problema:

```
1  if (idade >= 0 && idade <= 16)
2          empregar = "NAO";
3  if (idade >= 16 && idade <= 18)
4          empregar = "PAR";
5  if (idade >= 18 && idade <= 55)
6          empregar = "INT";
7  if (idade >= 55 && idade <= 99)
8          empregar = "NAO";
```

- Dada essa implementação, fica claro que não é necessário testar para todos os valores 0, 1, 2, $\cdots$, 14, 15 e 16, por exemplo.
- Apenas um conjunto de valores precisa ser testado.
  - Quais seriam esses valores?

Particionamento em Classes de Equivalência

- Qualquer valor dentro do intervalo tem a mesma importância, ou seja, qualquer valor escolhido é adequado.
- O mesmo se aplica para os demais intervalos de dados.
- Tais intervalos determinam o que é chamado de Classes de Equivalência.
- Qualquer valor no intervalo de uma classe é considerado equivalente em termos de teste.
  - Se um caso de teste de uma classe de equivalência revela um erro, qualquer caso de teste da mesma classe também revelaria e vice-versa.

Particionamento em Classes de Equivalência

- Esse critério assume que existe uma indicação precisa das classes de equivalência.
- É assumido que não existe algo estranho como:

```
1  if (idade >= 0 && idade <= 16)
2          empregar = "NAO";
3  if (idade >= 16 && idade <= 18)
4          empregar = "PAR";
5  if (idade >= 18 && idade <= 41)
6          empregar = "INT";
7  // início comado estranho
8  if (idade == 42 && nome == "Fulano")
9          empregar = "INT-DIF";
10 if (idade == 42 && nome != "Fulano")
11         empregar = "INT";
12 // fim comando estranho
13 if (idade >= 55 && idade <= 99)
14         empregar = "NAO";
```

Particionamento em Classes de Equivalência

- Observe que esse critério de teste reduz o número de casos de teste de 100 para 4 (um para cada classe de equivalência).
- Devem ser considerados casos de teste inválidos!

Passos para Aplicação do Particionamento

- Identificar as classes de equivalência (requisitos de teste do critério).
  - Condições de entrada.
  - Classes válidas e inválidas.
- Definir os casos de teste.
  - Enumerar as classes de equivalência.
  - Criar casos de teste para as classes de equivalência válidas.
  - Criar um caso de teste para cada classe de equivalência inválida.
    - Entradas inválidas são grandes fontes de defeitos!
- Casos de teste adicionais podem ser criados caso haja tempo e dinheiro suficientes.

Exemplo : Programa *String*

O programa *string* solicita do usuário um inteiro positivo no intervalo entre 1 e 20 e então solicita uma cadeia de caracteres desse comprimento. Após isso, o programa solicita um caracter e retorna a posição na cadeia em que o caracter é encontrado pela primeira vez ou uma mensagem indicando que o caracter não está presente na cadeia. O usuário tem a opção de procurar por vários caracteres - um de cada vez!!

Classes de equivalência

Condição de entrada	Classes de equivalência válidas	Classes de equivalência inválidas

Classes de equivalência

- Identificar as condições de entrada:

Condição de entrada	Classes válidas	Classes inválidas
Tamanho da cadeia (T)		
A cadeia de caracteres (CC)		
O caractere a ser procurado (C)		
Procurar mais caracteres (O)		

Classes de equivalência

- Identificar as classes válidas e inválidas:

Condição de entrada	Classes válidas	Classes inválidas
Tamanho (T)	$1 \leq T \leq 20$	$T < 1$ e $T > 20$
A cadeia (CC)	$CC \equiv T$	$CC \neq T$
O caractere (C)	Pertence Não pertence	
Procurar mais (O)	S N	Outro

Classes de equivalência

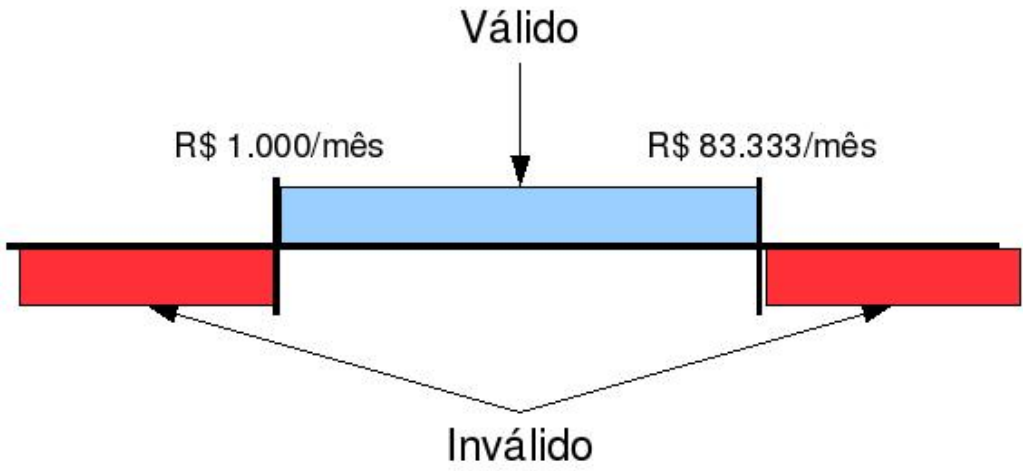
- Criar casos de teste:

Condição de entrada	Classes válidas	Classes inválidas
Tamanho (T)	$1 \leq T \leq 20$ (1)	$T < 1$ (2) e $T > 20$ (3)
A cadeia (CC)	$CC \equiv T$ (4)	$CC \neq T$ (5)
O caractere (C)	Pertence (6) Não pertence (7)	
Procurar mais (O)	S (8) N (9)	Outro (10)

- Conjunto de Casos de Teste:
- T= {(<6, "alface", a, N> , 1), (<6, "alface", x, N> , não pertence), (<6, "alface", a, S, c, N >, 1, 5), (-2, T inválido), (<6, "alfa", >, string inválida) (<6, "alface", a, X >, 1, entrada inválida), (25, T inválido) }

Exemplo 2: Sistema de Hipotecas

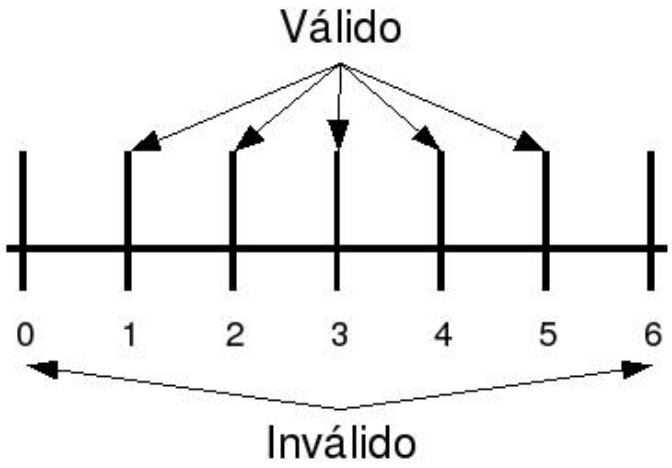
- Ilustra a definição de classes de equivalência para diferentes tipos de dados.
- Classes para Dados Contínuos
  (renda mensal para hipoteca deve estar entre de R$1.000 a R$83.333):



  - São definidas duas classes inválidas e uma válida.
  - Para a classe válida poderia ser escolhido R$1.342/mês.
  - Para as classes inválidas poderiam ser escolhidos R$123/mês e R$90.000/mês.

Exemplo 2: Sistema de Hipotecas

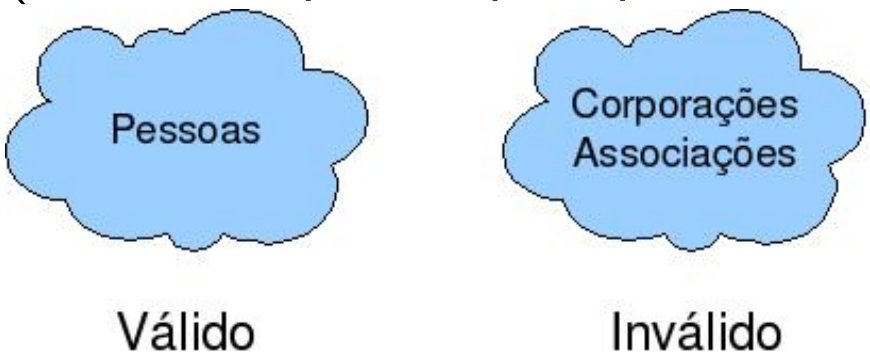
- Classes para Dados Discretos (hipotecas de 1 a 5 casas):



  - São definidas duas classes inválidas e uma válida.
  - Para a classe válida poderia ser escolhido 2.
  - Para as classes inválidas poderiam ser escolhidos -2 e 8.

Exemplo 2: Sistema de Hipotecas

- Classes para Dados Simples
  (somente hipoteca para pessoas é permitido):



  - São definidas uma classe inválida e uma válida.
  - Para a classe válida poderia ser escolhida uma pessoa qualquer.
  - Para a classe inválida deve ser escolhida uma companhia ou associação.

Exemplo 2: Sistema de Hipotecas

- Classes para Dados de Múltipla Escolha
  (três tipos de hipoteca são válidas: condomínio, sobrado e casa térrea):

  - Para o intervalo válido pode-se escolher: condomínio, sobrado ou casa térrea.
    - Escolher somente um ou os três? Depende da criticalidade do programa em teste. Se forem poucos itens vale a pena selecionar um de cada.
  - O mesmo para a classe inválida.

Exemplo 2: Sistema de Hipotecas

- Devido ao número de condições de entrada, não há tempo para a criação de um caso de teste para cada classe válida.
  - Solução: Criar o menor número possível de casos de teste que cubra todas as classes válidas.
  - Criar um caso de teste para cada classe inválida.

Renda	# Casas	Aplicante	Tipo	Resultado
5.000	2	Pessoas	Condomínio	Válido
100	1	Pessoas	Casa Térrea	Inválido
90.000	1	Pessoas	Casa Térrea	Inválido
1.342	**0**	Pessoas	Condomínio	Inválido
1.342	**6**	Pessoas	Condomínio	Inválido
1.342	1	**Corporação**	Sobrado	Inválido
1.342	1	Pessoas	**Duplex**	Inválido

Aplicabilidade e Limitações do Particionamento

- Reduz significativamente o número de casos de teste em relação ao teste exaustivo.
- Mais adequado para o teste de produtos com domínios de entrada divididos em intervalos ou conjuntos.
- Assume que os valores dentro da mesma classe são equivalentes (isso nem sempre é verdade!).
  - Importante empregar outros critérios de teste!!
- Aplicável em todas as fases de teste: unidade, integração e sistema.

Análise do Valor Limite

- Complementa o critério Particionamento de Equivalência, exigindo casos de teste nos limites (fronteiras) de cada classe de equivalência.
- Considerando o exemplo utilizado anteriormente:

0 – 16	Não empregar.
16 – 18	Pode ser empregado tempo parcial.
18 – 55	Pode ser empregado tempo integral.
55 – 99	Não empregar.

- Observe que os limites aparecem em duas classes de equivalência (16 por exemplo).

Análise do Valor Limite

- As condições anteriores, na verdade, deveriam ser escritas como:

$0 \leq idade < 16$	Não empregar.
$16 \leq idade < 18$	Pode ser empregado tempo parcial.
$18 \leq idade < 55$	Pode ser empregado tempo integral.
$55 \leq idade < 99$	Não empregar.

ou

$0 \leq idade \leq 15$	Não empregar.
$16 \leq idade \leq 17$	Pode ser empregado tempo parcial.
$18 \leq idade \leq 54$	Pode ser empregado tempo integral.
$55 \leq idade \leq 99$	Não empregar.

- Na primeira regra, 16 não deve ser incluído.
- Na segunda 16 pode ser empregado em tempo parcial.

Análise do Valor Limite

A implementação a seguir implementa as regras anteriores:

```
1  if (idade >= 0 && idade <= 15)
2          empregar = "NAO";
3  if (idade >= 16 && idade <= 17)
4          empregar = "PAR";
5  if (idade >= 18 && idade <= 54)
6          empregar = "INT";
7  if (idade >= 55 && idade <= 99)
8          empregar = "NAO";
```

- Valores limites a serem considerados: $\{-1, 0\}$, $\{15, 16\}$, $\{17, 18\}$, $\{54, 55\}$ e $\{99, 100\}$

Passos para Aplicação da AVL

- Identificar as classes de equivalência (requisitos de teste do critério).
- Identificar os limites de cada classe.
- Criar casos de teste para os limites escolhendo:
  - Um ponto abaixo do limite.
  - O limite.
  - Um ponto acima do limite.
- Observe que acima e abaixo são termos relativos e dependentes do valor dos dados.
  - Números inteiros: limite = 16; abaixo = 15; acima = 17.
  - Números reais: limite = \$5,00; abaixo = \$4,99; acima = \$5,01.
- Casos de teste adicionais podem ser criados dependendo dos recursos disponíveis.

Exemplo Programa String

- Casos de Teste para Análise do Valor Limite:

Condição de entrada	Classes válidas	Classes inválidas
Tamanho (T)	$1 \leq T \leq 20$	$T < 1$ e $T > 20$
A cadeia (CC)	$CC \equiv T$	$CC \neq T$
O caractere (C)	Pertence Não pertence	
Procurar mais (O)	S N	Outro

- Conjunto de Casos de Teste:
- T= { ??? }

Aplicabilidade e Limitações da AVL

- Reduz significativamente o número de casos de teste em relação ao teste exaustivo.
- Mais adequado para o teste de produtos com domínios de entrada divididos em intervalos ou conjuntos.
- Aplicável em todas as fases de teste: unidade, integração e sistema.

Concluindo...

- A técnica funcional pode ser utilizada em todas as fases de teste.
- Independe do paradigma de programação utilizado.
- Eficaz em detectar determinados tipos de erros.
  - Por exemplo: Funcionalidade ausente.
- Dependente de uma boa especificação de requisitos.
  - Especificações descritivas e não formais.
  - Requisitos imprecisos e informais.
- Dificuldade em quantificar a atividade de teste.
- Não é possível garantir que partes essenciais ou críticas do software sejam executadas.
- Dificuldade de automatização: em geral, a aplicação é manual.

Exercício de Fixação

Gerar casos de teste utilizando os critérios Particionamento em Classe de Equivalência e Análise do Valor Limite.

O programa *Identifier* determina se um identificador é válido ou não. Um identificador válido deve começar com uma letra e conter apenas letras ou dígitos. Além disso, deve ter no mínimo um caractere e no máximo seis caracteres de comprimento.

- Identificadores Válidos
  - abc12
  - C4d5
  - dcdf
- Identificadores Inválidos
  - cont*1
  - 1soma
  - a123456

Classes de Equivalência do Programa *Identifier*

- Classes Válidas e Inválidas:

Condições de Entrada	Classes Válidas	Classes Inválidas
Tamanho t do identificador	$1 \leq t \leq 6$ (1)	$t > 6$ (2) $t < 1$ (3)
Primeiro caractere c é uma letra	Sim (4)	Não (5)
Só contém caracteres válidos	Sim (6)	Não (7)

- Conjunto de Casos de Teste:

T_0 = {(a1,Válido), (2B3, Inválido), (Z-12, Inválido), (A1b2C3d, Inválido)}
(1, 4, 6) (5) (7) (2)