

# 软件测试

## --等价类测试

### ■ 主要内容

- 等价类
- 三角形问题的等价类测试用例
- NextDate函数的等价类测试用例
- 佣金问题的等价类测试用例
- 指导方针和观察

### ■ 主要内容

- 等价类
- 三角形问题的等价类测试用例
- NextDate函数的等价类测试用例
- 佣金问题的等价类测试用例
- 指导方针和观察

### ■ 等价类

- 定义：
  - 等价类是指某个输入域的子集合，在该子集合中，各个输入数据对于揭露程序中的错误都是等效的，或者进行相同的处理
  - 测试某等价类的一组数据就等价于对这一类其他值的测试
- 分类：
  - 有效等价类
  - 无效等价类
- 等价类构成集合的划分，其重要意义：
  - 提供了完备性
  - 保证了无冗余性

## ■ 等价类测试用例生成步骤

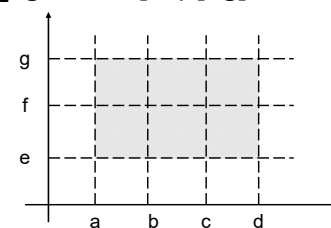
- 选择确定类的等价关系
- 选择每个等价类中的一组数据标识测试用例

## ■ 函数F的功能扩展

- 具有两个变量 $x_1$ 和 $x_2$ 的函数F，如果F实现为一个程序，则输入变量 $x_1$ 和 $x_2$ 将拥有以下边界，以及边界内的区间：

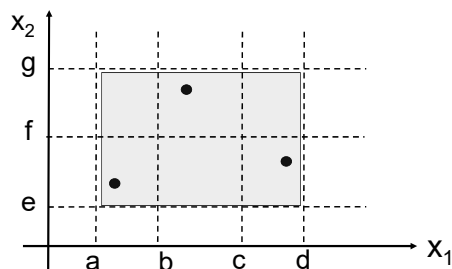
$a \leq x_1 \leq d$ , 区间为 $[a,b), [b,c), [c,d]$

$e \leq x_2 \leq g$ , 区间为 $[e,f), [f,g]$



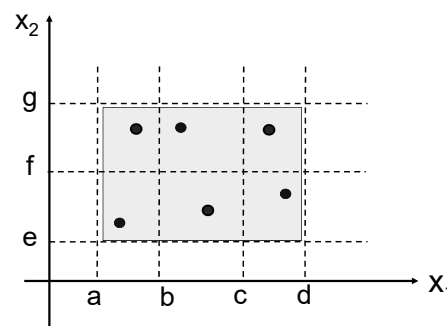
## ■ 弱一般等价类测试

- 弱一般等价类测试是基于单缺陷假设的
- 弱一般等价类测试通过使用一个测试用例中的每个等价类(区间)的一个变量实现



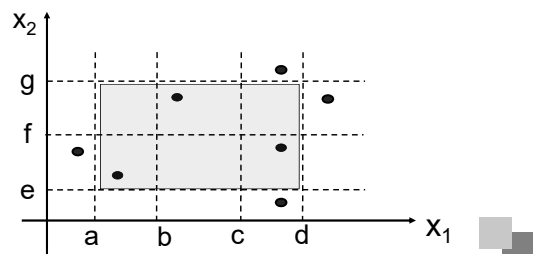
## ■ 强一般等价类测试

- 强一般等价类测试是基于多缺陷假设的
- 等价类笛卡儿积的每个元素对应的测试用例



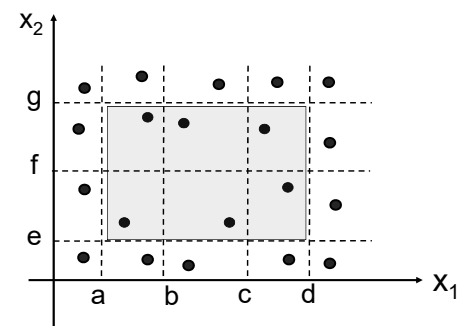
## ■ 弱健壮等价类测试

- 对于有效输入，使用每个有效类的一个值
- 对于无效输入，测试用例将拥有一个无效值，并保持其余的值都是有效的



## ■ 强健壮等价类测试

- 所有等价类笛卡尔积的每个元素中获得测试用例



## ■ 主要内容

- 等价类
- 三角形问题的等价类测试用例
- NextDate函数的等价类测试用例
- 佣金问题的等价类测试用例
- 指导方针和观察

## ■ 三角形问题的等价类测试用例

- 划分等价类（输出值域）

R1={<a, b, c>: 有三条边a、b和c的等边三角形}  
 R2={<a, b, c>: 有三条边a、b和c的等腰三角形}  
 R3={<a, b, c>: 有三条边a、b和c的不等边三角形}  
 R4={<a, b, c>: 三条边a、b和c不构成三角形}

- 弱一般等价类测试用例

测试用例	a	b	c	预期输出
WN1	5	5	5	等边三角形
WN2	2	2	3	等腰三角形
WN3	3	4	5	三角形
WN4	4	1	2	非三角形

由于变量a、b、c没有有效区间，则强一般等价类测试用例与弱一般等价类测试用例相同

### ■ 额外的弱健壮等价类测试用例（考虑a,b,c的无效值产生的）

测试用例	a	b	c	预期输出
WR1	-1	5	5	a取值不在允许的范围内
WR2	5	-1	5	b取值不在允许的范围内
WR3	5	5	-1	c取值不在允许的范围内
WR4	201	5	5	a取值不在允许的范围内
WR5	5	201	5	b取值不在允许的范围内
WR6	5	5	201	c取值不在允许的范围内

### ■ 强健壮等价类测试用例的一“角”（考虑取值范围）

测试用例	a	b	c	预期输出
SR1	-1	-1	5	a、b取值不在允许的范围内
SR2	5	-1	-1	b、c取值不在允许的范围内
SR3	-1	5	-1	a、c取值不在允许的范围内
SR4	-1	-1	-1	a、b、c取值不在允许的范围内

## ■ 练习

- 根据这种划分，给出相应的弱一般等价类、强一般等价类、弱健壮等价类、强健壮等价类的测试用例

## ■ 三角形问题的又一种划分

$D1 = \{ \langle a, b, c \rangle : a = b = c \}$   
 $D2 = \{ \langle a, b, c \rangle : a = b, a \neq c \}$   
 $D3 = \{ \langle a, b, c \rangle : a = c, a \neq b \}$   
 $D4 = \{ \langle a, b, c \rangle : c = b, a \neq c \}$   
 $D5 = \{ \langle a, b, c \rangle : b \neq a \neq c \}$   
 $D6 = \{ \langle a, b, c \rangle : a \geq b + c \}$   
 $D7 = \{ \langle a, b, c \rangle : b \geq a + c \}$   
 $D8 = \{ \langle a, b, c \rangle : c \geq a + b \}$

- 要彻底一些，还可以将“小于或等于”分解，如D6可变为：

$D6\_1 = \{ \langle a, b, c \rangle : a = b + c \}$   
 $D6\_2 = \{ \langle a, b, c \rangle : a > b + c \}$

## ■ 主要内容

- 等价类
- 三角形问题的等价类测试用例
- NextDate函数的等价类测试用例
- 佣金问题的等价类测试用例
- 指导方针和观察

## NextDate函数的等价类测试用例

### ■ 确定等价类：

#### 有效等价类：

M1 = {月份：1≤月份≤12}  
D1 = {日：1≤日≤31}  
Y1 = {年：1812≤年≤2012}

#### 无效等价类：

M2 = {月份：月份<1}  
M3 = {月份：月份>12}  
D2 = {日：日期<1}  
D3 = {日：日期>31}  
Y2 = {年：年<1812}  
Y3 = {年：年>2012}

## NextDate函数的弱（强）一般等价类测试用例

用例ID	月份	日期	年	预期输出
WN1, SN1	6	15	1912	6/16/1912

## NextDate函数的弱健壮等价类测试用例

用例ID	月份	日期	年	预期输出
WR1	6	15	1912	6/16/1912
WR2	-1	15	1912	无效输入
WR3	13	15	1912	无效输入
WR4	6	-1	1912	无效输入
WR5	6	32	1912	无效输入
WR6	6	15	1811	无效输入
WR7	6	15	2013	无效输入

## NextDate函数的强健壮等价类测试用例一“角”

用例ID	月份	日期	年	预期输出
SR1	-1	15	1912	无效输入
SR2	6	-1	1912	无效输入
SR3	6	15	1811	无效输入
SR4	-1	-1	1912	无效输入
SR5	6	-1	1811	无效输入
SR6	-1	15	1811	无效输入
SR7	-1	-1	1811	无效输入

### ■ NextDate函数的等价类另一种划分

**M1** = {月份: 每月有30天}  
**M2** = {月份: 每月有31天}  
**M3** = {月份: 此月是2月}  
**D1** = {日:  $1 \leq \text{日期} \leq 28$ }  
**D2** = {日: 日期=29}  
**D3** = {日: 日期=30}  
**D4** = {日: 日期=31}  
**Y1** = {年: 年=2000}  
**Y2** = {年: 年是闰年}  
**Y3** = {年: 年是平年}

### ■ NextDate函数的弱一般等价类测试用例

用例ID	月	日	年	预期输出
WN1	6	14	2000	2000年6月15日
WN2	7	29	1996	1996年7月30日
WN3	2	30	2002	2002年2月31日(不可能的日期)
WN4	6	31	2000	2001年7月1日(不可能的日期)

### ■ NextDate函数的其它等价类测试用例

- 强一般等价类测试用例的个数:  $M \times D \times Y = 3 * 4 * 3 = 36$   
 (参见书中94、95页)
- 弱健壮等价类测试用例的个数:  $4 + 6 = 10$ ; (4个有效类测试用例, 与弱一般等价类相同; 6个无效等价类对应的测试用例)
- 强健壮等价类测试用例的个数:  $5 * 6 * 5 = 150$ ; (对每个变量加上2个无效等价类)

### ■ 练习

- 针对NextDate问题、列出:
- 弱健壮等价类测试用例
- 部分强健壮等价类测试用例

## 主要内容

- 等价类
- 三角形问题的等价类测试用例
- NextDate函数的等价类测试用例
- 佣金问题的等价类测试用例
- 指导方针和观察

## 佣金问题的输入域等价类划分

- 输入变量有效类：
  - L1 = {枪机:  $1 \leq \text{枪机} \leq 70$ }
  - L2 = {枪机: 枪机 = -1}
  - S1 = {枪托:  $1 \leq \text{枪托} \leq 80$ }
  - B1 = {枪管:  $1 \leq \text{枪管} \leq 90$ }
- 输入变量无效类：
  - L3 = {枪机: 枪机=0或枪机<-1}
  - L4 = {枪机: 枪机>70}
  - S2 = {枪托: 枪托<1}
  - S3 = {枪托: 枪托>80}
  - B2 = {枪管: 枪管<1}
  - B3 = {枪管: 枪管>90}

## 佣金问题的等价类测试用例

- 除了变量的名称和端点值区间不同之外，与NextDate函数的第一个版本完全相同
- 弱一般等价类测试用例的个数：1
- 强一般等价类测试用例的个数：1
- 弱健壮等价类测试用例的个数：1 + 6 = 7
- 强健壮等价类测试用例的个数：3 \* 3 \* 3 = 27；（对每个变量加上2个无效等价类）

## 佣金问题的强健壮等价类测试用例（一角）

用例ID	枪机	枪托	枪管	预期输出
SR1	-1	40	45	枪机值不在有效值域 1...70 中
SR2	35	-1	45	枪托值不在有效值域 1...80 中
SR3	35	40	-1	枪管值不在有效值域 1...90 中
SR4	-1	-1	45	枪机值不在有效值域 1...70 中 枪托值不在有效值域 1...80 中
SR5	-1	40	-1	枪机值不在有效值域 1...70 中 枪管值不在有效值域 1...90 中
SR6	35	-1	-1	枪托值不在有效值域 1...80 中 枪管值不在有效值域 1...90 中
SR7	-1	-1	-1	枪机值不在有效值域 1...70 中 枪托值不在有效值域 1...80 中 枪管值不在有效值域 1...90 中

### 佣金问题的输出域等价类划分

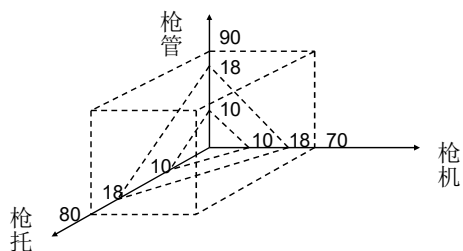
销售额 =  $45 \times \text{枪机} + 30 \times \text{枪托} + 25 \times \text{枪管}$

佣金值域定义三个变量的等价类：

$S1 = \{<\text{枪机}, \text{枪托}, \text{枪管}>: \text{销售额} \leq 1000\}$

$S2 = \{<\text{枪机}, \text{枪托}, \text{枪管}>: 1000 < \text{销售额} \leq 1800\}$

$S3 = \{<\text{枪机}, \text{枪托}, \text{枪管}>: \text{销售额} > 1800\}$



### 佣金问题的输出域等价类测试用例

用例ID	枪机	枪托	枪管	销售额	佣金
OR1	5	5	5	500	50
OR2	15	15	15	1500	175
OR3	25	25	25	2500	360

### 主要内容

- 等价类
- 三角形问题的等价类测试用例
- NextDate函数的等价类测试用例
- 佣金问题的等价类测试用例
- 指导方针和观察

### 指导方针和观察

- 等价类测试的弱形式(一般或健壮)不如对应的强形式的测试全面
- 如果实现语言是强类型的(无效值会引起运行时错误), 则没有必要使用健壮形式的测试
- 如果错误条件非常重要, 则进行健壮形式的测试是合适的
- 如果输入数据以离散值区间和集合定义, 则等价类测试是合适的; 当然也适用于如果变量值越界系统就会出现故障的系统
- 通过结合边界值测试, 等价类测试可得到加强
- 如果程序函数很复杂, 则等价类测试是被指示的; 在这种情况下, 函数的复杂性可以帮助标识有用的等价类, 就像NextDate函数一样
- 强等价类测试假设变量是独立的, 相应的测试用例相乘会引起冗余问题; 如果存在依赖关系, 则常常会生成"错误"测试用例
- 在发现"合适"的等价关系之前, 可能需要进行多次尝试
- 强和弱形式的等价类测试之间的差别, 有助于区分累进测试和回归测试。



## ■ 总结

- 等价类测试的思想是什么？
- 弱一般等价类测试的思想是什么？
- 强一般等价类测试的思想是什么？
- 弱健壮等价类测试的思想是什么？
- 弱健壮等价类测试的思想是什么？

## ■ 练习

- 第六章课后习题6
- 运行BlackBox程序，运用本章所学知识设计三角形问题、NextDate问题、佣金问题的测试用例，然后进行测试，并与第二章、第五章的测试结果进行比较。