

基于 Rough 集的软件测试用例优化过程

汪春昭,王 鹏

(大连交通大学 软件学院,辽宁 大连 116028)

摘 要 测试用例生成是软件测试的关键环节,也是软件测试的重点和难点,如何生成高效简化的测试用例是软件测试研究的重要问题之一。对此,提出了基于 Rough 集的软件测试用例优化过程。针对这一过程采用一种能同时得到属性核值信息的属性约简算法,提出了一种新的属性值约简算法。最后结合一个实例说明了此优化过程具有较高的效率,达到了较好的测试用例优化效果。

关键词 软件测试;粗糙集;测试用例

中图分类号:TP311.52

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)02-0106-03

The Rough Set - Based Optimizing Process of Software Test Case

WANG Chun-zhao, WANG Peng

(Software Institute of Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, China)

Abstract The generation of software test case is the key step in software test, both the keystone and difficulty. How to generate highly effect software test case is one of the important problems in software test study. So advances rough-set-based optimizing process which can make software test case optimized. According to this process, an attribute reduction arithmetic which can find attribute core values is adopted, a new value reduction arithmetic is brought forward. Finally combined with an example, the process which has upper efficiency is illuminated. The experiment effect is preferable.

Key words software test; rough set; software test case

0 引 言

软件测试是保证软件质量,提高软件可靠性的关键。据有关统计,目前在软件开发总成本中,用在测试上的开销要占 30%~50%^[1]。但是,软件测试是相对软件工程其他研究方向较为薄弱的方面。测试的关键问题之一就是要合理地设计一个有限的测试用例集合,最大概率地代表整个测试用例空间^[2]。

粗糙集理论(RS, Rough Set)是由波兰数学家 Z. Pawlak 于 1982 年提出的一种用于处理不确定、不精确和不相容数据的数学工具^[2]。将粗糙集数据约简方法引入到软件测试用例的选择中,在保证不降低测试效果的同时减少了测试用例的属性个数,从而达到了优化测试用例的目的,提出了粗糙集在软件测试上的应用这一新的研究思路。

文中提出了基于粗糙集的软件测试用例优化过

程,针对这一过程选用了属性约简算法,改进了一个值约简算法,最后给出实例分析和结论。

1 基于 Rough 集的测试用例优化过程

文中实例部分采用 Rough 集的属性约简算法,对一个根据黑盒测试的等价分类方法得出的原始测试数据进行属性约简,获得了较好的结果,使测试输入数据减少了 50%。不难发现,根据文献[3]中命题提供的原理继续进行值约简,可以减少 20% 的输入数据量。因此,把 Rough 集的属性约简和值约简同时引入到测试用例的优化中是很有意义的。

根据以上想法,提出以下测试用例优化步骤:

(1) 采用合适的测试方法获取原始有效完备的测试用例,得到原始测试数据表,包括对应的输入及期望的输出;

(2) 采用 Rough 集属性约简算法进行属性约简;

(3) 对删除了冗余属性的测试数据表进行值约简,得到最终的测试数据表。

软件测试数据表的属性不一定都能约简,这种情

况下 ,步骤 2)就没有任何作用。为了避免这种最坏情况发生 ,可以选择一个合适的算法 ,即使属性不能约简 ,也能为最后的值约简提供有用信息 ,而步骤(3)选取的值约简算法最好能充分利用到这些有用信息 ,这样就能大大提高整个优化过程的效率。

最终生成的测试数据表没有改变原始测试用例表的有效性 ,测试数据量也有了大量的减少 ,因此是一个优化的测试用例表 ,能大大提高软件测试的效率。

2 基于 Rough 集的约简算法

约简是 Rough 理论的核心内容之一。决策表的约简是指在保持决策能力不变的条件下 ,删除决策表中的冗余信息 ,包括属性约简和属性值约简^[4]。

2.1 属性约简算法

属性约简算法主要基于正区域、区分矩阵和信息熵。文献[5]中的算法基于正区域 ,只要扫描一次各个属性 ,就可利用简单的集合运算找出属性约简和属性核值 ,为进一步进行值约简提供有用信息 ,因此可以作为文中提出的测试用例优化过程中的属性约简步骤使用的算法。

```
Input table S , condition - attribute - set C , decision - attribute - set D
FOR i=1 TO m {m 为属性的个数 }
    每次假设从表中去掉一个属性 Ci
    IF POSC( D)=POSC-Ci( D)
        THEN 去掉该属性
    ELSE
```

在 POS_C(D)-POS_{C-C_i}(D)集合中的对象对应应在 C_i 上的属性值上做记号

```
Output the table
{相应做记号的位置即为属性核值所在处 }
```

2.2 属性值约简算法

属性值约简主要从核值入手 ,如文献[4]和[6]提出的算法。文献[7]提出一种基于可分辨矩阵的属性值约简算法。

针对文中要说明的用例优化过程及 2.1 给出的算法 ,最好采用基于核值的值约简算法^[6]。提出的算法要根据对信息表影响能力的大小将属性值分成三类 ,算法的流程不适合用在此优化过程中 ,而且标志属性值类别的做法浪费了至少一倍的存储空间^[4]。提出的算法也基于核值 ,能较好地处理不一致的决策表 ,但是对每一条规则都要进行处理 ,计算量较大而且得出规则较多。

结合文献[4]和[6]的算法思想 ,提出了以下值约简算法 :根据属性值重要性选取核值外的属性值加入 ,直到找到约简规则 ,并删除能根据此规则做出决策的

其他纪录。此算法可以用较少的存储空间获得较少、平均长度较短的规则集。

下面给出新算法的描述 :

输入 :属性约简后的信息表 $S' = \langle U', C' \cup \{d\}, V, f \rangle$ 核值 $CORE_{dr_x}(x) = 1 \dots m(n$ 为约简后信息表中记录数) ,对应属性集为 P_x 。

输出 :RED_{dr_x})

步骤 FOR $i = 1$ TO n

1) RED_{dr_x}) = CORE_{dr_x}) , $R = P_x$,判断能否根据 RED_{dr_x}) 做出正确决策 ,若可以 转 3) ,否则转 2) ;

2) 计算 $C' - P_x$ 中各属性对于 dr_x 的重要性 SIG_{dr_x} , a) 按重要性大小选取 $C' - P_x$ 中 a 加入 R 尾部 ,对应属性值加入 RED_{dr_x}) ,直到能做出正确决策 ;

3) 删除能根据 RED_{dr_x}) 做出决策的其他纪录。

处理的数据表不一致时 “ 正确决策 ” 等价于文献[4]中定义 7 定义的两个条件 ;当处理一致数据表时 ,不难证明 “ 正确决策 ” 等价于 $\partial_C(x) = \partial_R(x)$ 。

3 实 例

为了突出试验效果 ,简化说明 ,采用了下面的例子 :

假设 A 是对应于表 1 逻辑功能的开关电路的模拟软件 , a, b, c, d, e 为五个输入变量 , f 是输出。

现对软件 A 进行测试 ,采用黑盒方法 ,表 1 的逻辑功能就是一个较为完备的功能需求说明 ,可以作为一个完备的测试用例集。把它作为原始测试数据表 ,根据 1 节中所述步骤 ,对数据表进行约简。

表 1 某开关电路的逻辑功能表

U	a	b	c	d	e	f
1	0	0	0	1	1	1
2	0	1	0	0	0	1
3	0	1	1	0	0	1
4	1	1	0	0	0	1
5	1	1	0	1	0	1
6	1	1	1	1	0	1
7	1	1	1	0	0	1
8	1	0	0	1	1	1
9	1	0	0	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0
12	0	1	1	1	0	0
13	0	1	1	0	1	0
14	1	1	1	1	1	0
15	1	0	0	0	1	0

采用 2.1 节给出的属性约简算法,得到结果如表 2 所示,带 * 的为核值。测试用例由 15 个减少到 12 个。

表 2 属性约简后的结果

U'	U	a	b	d	e	f
1	1	0	0	1	* 1	1
2	2,3	0	* 1	* 0	* 0	1
3	4,7	1	1	0	0	1
4	5,6	* 1	1	1	* 0	1
5	8	1	* 0	* 1	1	1
6	9	* 1	0	1	* 0	1
7	10	0	* 0	0	0	0
8	11	* 0	0	1	* 0	0
9	12	* 0	1	* 1	0	0
10	13	0	1	0	* 1	0
11	14	1	* 1	1	* 1	0
12	15	1	0	* 0	1	0

根据 2.2 节提出的新的属性值约简算法对表 2 的数据进一步进行值约简,得到表 3。

表 3 最终的测试数据表

U''	a	b	d	e	f
1	~	0	1	1	1
2	~	1	0	0	1
3	1	~	~	0	1
4	~	0	~	~	0
5	0	~	1	~	0
6	~	~	~	1	0

通过对三个数据表的分析可以发现,如果只进行到属性约简,输入数据量降低 36%;对表 2 继续进行值约简处理得到表 3,输入数据量减少了 84%。

表 4 根据文献[4]中值约简算法得到,可以看出,输入数据量比表 3 多了 50%。因此,采用改进的值约简算法能很好地提高测试用例优化效果。

表 4 文献[4]算法值约简结果

U''	a	b	d	e	f
1	~	0	1	1	1
2	~	1	0	0	1
3	1	~	~	0	1
4	~	0	1	~	1
5	~	0	~	~	0
6	0	~	~	0	0
7	0	~	1	~	0
8	~	~	~	1	0
9	~	1	~	1	0
10	~	~	0	~	0

4 结 论

采用粗糙集优化软件测试用例,是粗糙集在软件测试上一个试探性的应用和研究。通过实例可以看出,把 Rough 集用于软件测试用例优化上是可行的,而采用合适的 Rough 集约简算法能提高优化过程的效率,有效地降低测试数据量。

不过,为了突出说明,选用的例子比较特殊。今后的工作将以连续性和区间性的数据展开。粗糙集在处理这类问题上也有了较为成熟的研究。

参考文献:

[1] 徐中伟,吴芳美.软件测试质量的度量[J].计算机工程与应用 2002,38(21):100-102.

[2] 杨涛,李龙澍.Rough 集在软件测试用例选择中的应用[J].微机发展 2005,15(2):12-14.

[3] 刘清.Rough 集及 Rough 集推理[M].北京:科学出版社,2001:57-60.

[4] 胡斐,张峰筠,刘少辉.一种基于 Rough 集的属性值约简算法[J].计算机工程与应用 2003(31):48-51.

[5] 朱红.基于 Rough Set 的属性及属性值简约的一种算法[J].湘潭大学自然科学学报 2002,24(3):36-39.

[6] 杨振峰,郭景峰,常峰.一种基于粗糙集的值约简算法[J].计算机工程 2003,29(9):96-97.

[7] 顾军华,周艳聪,宋洁,等.一种新的求解属性值约简算法[J].南开大学学报 2003,36(4):38-42.

(上接第 105 页)

参考文献:

[1] Labrosse J J. $\mu C/OS-II$ —源码公开的实时嵌入式操作系统[M].邵贝贝译.北京:中国电力出版社 2001.

[2] 周立功.ARM 与嵌入式系统基础教程[M].广州:广州周立功单片机发展有限公司 2004.

[3] PHILIPS 公司.LPC2210 User Manua[EB/OL].2004.
<http://www.zlgmcu.com>.

[4] 田泽.嵌入式系统开发与应用实验教程[M].北京:北京航空航天大学出版社 2004.

[5] 桑楠.嵌入式系统原理与应用开发技术[M].北京:北京航空航天大学出版社 2002.