

文章编号:1001-9081(2012)02-0551-03

doi:10.3724/SP.J.1087.2012.00551

## 基于 XML 的标准符合性测试方案

吴洁明, 范国梅\*

(北方工业大学 信息工程学院, 北京, 100144)

(\*通信作者电子邮箱 emily\_peking@sina.com)

**摘要:**为了更好地提高标准符合性测试效率,对信息化标准的共性进行了研究,提出一个基于 XML 的标准符合性测试方案。给出了方案各阶段的具体测试策略,包括测试前的准备工作、测试用例的生成方法、测试用例的运行以及运行结果的符合性分析。该方案通过 XML 技术来格式化标准中的数据类型,对测试用例的生成采用边界值法和等价类划分法,并应用提出的测试结果分析法分析测试用例的运行结果。实验结果说明该方案可以有效提高标准符合性测试效率。

**关键词:**符合性测试; 测试用例; XML 技术; 边界值; 等价类

**中图分类号:** TP311.5    **文献标志码:**A

### XML-based standards compliance testing scheme

WU Jie-ming, FAN Guo-mei\*

(College of Information Engineering, North China University of Technology, Beijing 100144, China)

**Abstract:** To improve the efficiency of standards compliance testing, the common features of the information technology standards were studied and a XML-based standards compliance testing program was proposed. The specific test strategies of four stages of the program were given, including pre-test preparation, test case generation, test case running and compliance analysis for the running results. By using XML technology, the data type of the standards was formatted. Boundary value method and the equivalence class partition method were applied to generate test cases. The results of the running test cases were analyzed by the proposed compliance analysis method. The experimental results verify the efficiency of the standards compliance testing program.

**Key words:** compliance test; test case; XML technology; boundary value; equivalence class

## 0 引言

软件发展初期的特点之一是人们只注重开发自己的产品,而开发的产品不能相互整合、相互利用。于是人们意识到闭门造车式的发展只会造成无数信息孤岛,数据规范和内容规范是软件发展的标尺。一门学科成熟的特点之一就是用科学来代替技艺,而科学则集中体现在量化、规范化方法上;计算机学科要从技艺或手艺发展成为科学,也必须走同样的道路<sup>[1]</sup>。计算机硬件在使用中出现的可交换性、通用性的需求使得人们认识到软件只有通过标准化转化为标准成果才能加速软件产品的推广应用,实现产业化<sup>[2]</sup>。为了提高软件产品的质量,检验软件产品是否符合规定的标准,由国家特定部门或者特殊机构认可的机构进行的基于各类标准的符合性测试工作应运而生<sup>[3]</sup>。

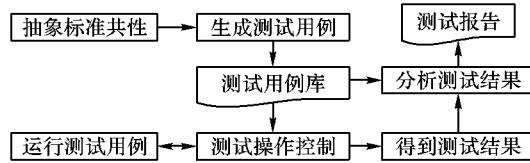
软件标准符合性测试是指从标准出发,对软件产品进行严格、定量的测试,以确认产品是否符合该标准,或在多大程度上符合标准<sup>[1]</sup>。近年来,标准符合性测试的研究成果层出不穷,如数据库的 SQL 标准测试、可信平台模块( Trusted Platform Module, TPM)接口命令标准符合性测试、开放数据库连接(Open Database Connectivity, ODBC)标准符合性测试和数据访问和交换设施( Data Access and Exchange Facilities, DAEG)标准符合性测试等。但是现有的研究方式均是针对特定标准的,这使得标准符合性测试产品的功能单一化、狭窄化。解决现状的最佳方法就是透过标准的具体内容,抽象出

共性并制定测试方案。

本文正是从这一思路出发,抽象出各类标准的共性,结合可扩展标记语言(Extensible Markup Language, XML)的技术优势,提出一个基于标准共性的测试方案。方案中给出了各阶段的具体测试策略,包括:测试前的准备工作、测试用例的生成方法、测试用例的运行以及运行结果的符合性分析等。

## 1 标准符合性测试过程设计

标准符合性测试的过程如图 1 所示。



- 1) 准备工作:主要是整理出众多标准的共性和数据类型,并设定好标准中各数据类型的表示规则。
- 2) 测试用例生成:根据已经设定好的数据类型表示规则生成指定数量的测试用例,其中包括有效的测试用例和无效的测试用例。XML 文档是测试用例的存储方式。
- 3) 测试操作:手工将测试用例 XML 文档中的数据批量导入到被测软件中运行,并将运行结果返回。
- 4) 测试结果处理:将返回的测试结果与生成测试用例时

收稿日期:2011-07-28;修回日期:2011-09-26。

作者简介:吴洁明(1958-),女,北京人,教授,主要研究方向:软件工程; 范国梅(1984-),女,安徽合肥人,硕士研究生,主要研究方向:软件工程。

的预期结果比对,由现有的计算公式计算出测试用例的通过率,并生成测试报告。

### 1.1 测试用例设计

将自然语言描述的标准转换成 XML 语言描述的文档,转

换的关键点是数据类型的表示方式。为了保证生成的 XML 文档信息的准确性,设计一套针对常用数据类型的转换规则,在录入标准的内容时需要遵循已经设计好的规则。表 1 是部分转换规则。

表 1 部分数据类型表示方式转换规则

数据类型	表示方式	举例
n(最大 n)位的整数	d <sub>n</sub> , d(n)	d5 表示长度是 5 的整数,d(5) 表示最大长度是 5 位的整数
整数位 n 小数位 m(整数位最大 n 位,小数位最大 m 位)的浮点型	f <sub>n,m</sub> , f(n,m)	f1.2 表示整数位 1 位小数位 2 位,f(2.2) 表示整数位最大 2 位小数位最大 2 位
n(最大 n)位的字符串	s <sub>n</sub> , s(n)	s10 表示长度是 10 位的字符串,s(10) 表示最大长度是 10 位的整数
日期类型 1	YYYYMMDD	如 20110508
日期类型 2	YYYY-MM-DD	如 2011-05-08
日期类型 3	YYYYMMDDhhss	如 201105081016
枚举类型	0 表示男,1 表示女,具体规定可随机变换	

下面以某标准的员工信息为例说明生成 XML 文档的结构和含义:

```
<?XML version = "1.0" encoding = "UTF - 8"?>
<testPoints>
  <testPoint>
    <data>
      <name>岗位类别</name>
      <rule>d + d</rule>
      <value>10: 管理人员, 11: 法定代表人或主要负责人, 19: 主要股东组成人</value>
    </data>
    <data>
      <name>员工姓名</name>
      <rule>s30</rule>
    </data>
    <data>
      <name>性别</name>
      <rule>s1</rule>
      <value>0: 男, 1: 女</value>
    </data>
    <data>
      <name>出生日期</name>
      <rule>YYYYMMDD</rule>
    </data>
    <data>
      <name>证件类型</name>
      <rule>d + d + d</rule>
      <value>111: 居民身份证, 112: 临时居民身份证, 113: 户口簿, 114: 中国人民解放军军官证, 116: 暂住证</value>
    </data>
    <data>
      <name>证件号码</name>
      <rule>s20</rule>
    </data>
  </testPoint>
</testPoints>
```

在上面的代码中, `<testPoint>` 节点的内容是测试元数据,一份 XML 文档中只能有一个测试数据节点,即一个 `<testPoints>`,一个测试数据节点中可以含有多个元数据 `<data>` 节点。节点 `<data>` 表示的是测试元数据里面的各个数据元的详细内容; `<name>` 节点指定了该数据元的名称,如“岗位类型”; `<rule>` 节点的内容则是该数据元的结构规则,如代码中的岗位类型的规则是“`d + d`”,表示的是由两

个阿拉伯数字组成; `<value>` 节点的内容则是该数据元的枚举数据集,如代码中的岗位类型有“10:管理人员,11:法定代表人或主要负责人,19:主要股东组成人”。

根据 XML 文档描述的信息自动生成测试用例和测试用例的预期结果。在生成的测试用例中,对象的属性以 XML 文档中的 `<name>` 节点值命名,在这点上要求被测系统能够根据各自标准的名称解析本平台生成的测试用例,生成的预期结果放入测试用例库中以备分析测试用例的运行结果。

将测试用例在被测系统中运行后得到实际测试结果,与测试用例库中的预期结果进行对比,形成最终的测试分析报告。

### 1.2 测试结果分析

从测试方法学的角度来看,标准符合性测试是标准的“黑盒”测试,测试者完全不考虑软件的内部结构和属性,只根据标准文本设计并选用测试用例,按照黑盒测试的方法进行全面、深入的测试,力求无遗漏地验证软件与标准每一条款项的符合与否以及符合程度,最后根据标准符合性的需求对产品进行评价和认证,以确认被测软件是否符合标准<sup>[1]</sup>。标准符合性测试的方法主要是等价类划分法和边界值法<sup>[4]</sup>,在分析测试结果的通过率上应该由两部分组成:一部分是通过等价类划分法得到的测试用例的通过率  $P_e$ ,也叫作标准符合性测试的等价类通过率;另一部分是通过边界值法得到的测试用例的通过率  $P_b$ ,也叫作标准符合性测试的边界值通过率。

为了保证等价类通过率  $P_e$  的准确性,在计算方法上做了如下处理:

等价类通过率  $P_e = \sum_{i=1}^n k_i P_i$ ,其中: $P_i$  是第  $i$  个等价类的通过率; $k_i$  是第  $i$  个等价类的通过系数,取值为第  $i$  个等价类的测试用例数与由等价类法生成的总测试用例数的比值; $n$  是等价类的数量。每个等价类的通过率  $P_i = m_{x_i}/m_i$ ,其中: $m_i$  是第  $i$  个等价类中的测试用例数, $m_{x_i}$  是  $m_i$  条测试用例中通过的测试用例数。

由于边界值法生成的测试用例类别比较单一,在计算由边界值法生成的测试用例的通过率时只用了等概率计算法,即边界值通过率  $P_b = m_x/m_b$ ,其中, $m_b$  是由边界值法生成的测试用例数量, $m_x$  是  $m_b$  中测试通过的测试用例数量。

测试用例的最终通过率  $P = l_b P_b + l_e P_e$ ,其中  $l_b$  和  $l_e$  分别是边界值通过率和等价类通过率的比例系数。

### 1.3 测试报告

测试报告是将标准符合性测试的分析结果展示给用户。测试报告中给出测试用例的总数量、各类测试用例的通过率

等。为了保证测试方案中有关测试用例生成部分设计原理的严密性,在测试报告中只给出测试用例的分类结果和每类的测试用例通过率。本着简洁、易读、实用的设计理念,设计了如图 2 所示的符合性测试报告模板。

***标准的符合性测试报告		
测试人员:	测试日期:	被测试软件名称:
依据标准:	被测试软件所属单位:	
测试用例划分	数量	通过率
第一项		
第二项		
:		
总体情况		
测试备注:	测试单位: ***	

图 2 标准符合性测试报告模板

## 2 标准符合性测试案例分析

现有一个根据《娱乐服务场所治安管理信息规范》开发的应用软件,在本平台中测试该份应用软件的标准符合度需要做如下操作:

1) 将《娱乐服务场所治安管理信息规范》的信息数据项录入到本标准符合性测试平台中。

2) 根据 1) 中录入的信息数据项生成测试用例。如这里将“从业人员信息数据项”生成 70 条测试用例,其中由等价类法划分了 3 个等价类名称分别是 A、B、C,含有的测试用例数量分别是 10、20、30;由边界值法生成的测试用例数量是 10。

3) 将生成的测试用例在被测的应用软件上运行,并分析测试结果。如 2) 中的三个等价类的运行结果:A 中有 8 条通过,B 中有 18 条通过,C 中有 28 条通过;边界值法中有 8 条通过。分析结果如表 2 所示。

表 2 测试用例通过率表

方法	测试用例数	通过率
等价类法	A	0.8000
	B	0.9000
	C	0.9333
边界值法	10	0.8000
最终通过率		0.8857

## 3 结语

本文研发的标准符合性测试方案的使用范围不受特定标

(上接第 540 页)

- [2] GREVERA G J, UDUPA J K. An objective comparison of 3-D image interpolation method [J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 1998, 17(4): 642–652.
- [3] GOSHTASBY A, TURNER D A, ACKERMAN L V. Matching of tomographic slices interpolation [J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 1992, 11(4): 507–516.
- [4] 田耘,齐敏,卫旭芳. 基于像素分类的医学图像层间插值[J]. 中国图象图形学报, 2008, 13(9): 1655–1660.
- [5] PENNEY G P, SCHNABEL J A, RUEEKERT D, et al. Registration-based interpolation [J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2004, 23(7): 922–926.
- [6] 陈家新. 医学图像处理及三维重建技术研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 77–90.
- [7] 张薇,尹学松,吴国华. 基于相关性的三维医学图像插值[J]. 计算机应用, 2004, 24(5): 82–84.

准限制,较现存的标准符合性测试平台有很多的突破点,其特点主要在于:

1) 可共用性。从测试方案的设计原理上看,方案中的研究对象是标准的共性,因而在针对具体的标准时,可以直接在本方案的基础上再做加工,所以它的共用性较之现有的标准符合性平台而言更为突出。

2) 可扩展性。录入的 XML 文档内容是决定测试用例质量的根本因素,XML 文档的可扩展性又使测试用例在使用过程中不断得到优化,从而提高了测试的精确度和灵活性。

针对测试过程中的问题,需要进一步完善的工作包括:

1) 运行稳定性。依据的标准不同,致使开发出的软件在开发语言、开发环境、软件结构和功能实现上都千差万别。因此,测试用例与被测软件的衔接方式、测试结果返回方式、测试用例运行失败的原因分析等都是以后需要优化的重点。

2) 对测试结果影响因素的设置。需在针对更多不同的标准测试实验之后,完善测试结果的计算方法以及各项系数值。

## 参考文献:

- [1] 邓跌,刘又诚. 软件标准符合性测试[J]. 北京航空航天大学学报, 1997, 23(1): 68–73.
- [2] 邹璐. 有关电子信息标准化的探讨[J]. 现代管理者, 2010(3): 328.
- [3] 柳纯录. 软件评测师教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [4] 侯伟. 基于图书二维码标准符合性测试平台的研究与开发[D]. 北京: 北方工业大学, 2011.
- [5] 熊芳. 基于 CNMARC 标准的测试用例生成方法的研究与应用[D]. 北京: 北方工业大学, 2010.
- [6] 李明, 连乔, 杨喜昆, 等. SQL 标准符合性测试的框架[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(20): 173–175.
- [7] 元伟, 叶晓俊, 王建民. ODBC 标准符合性测试框架[J]. 计算机工程, 2005, 31(20): 101–103.
- [8] 叶海明, 周绍磊, 王昆平. 基于 ATML 标准的测试系统数据模型设计[J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(9): 1967–1969.
- [9] 王顺, 朱少民, 王红兵, 等. 软件测试方法与技术实践指南: JavaEE 版[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [10] 柳胜. 软件自动化测试框架设计与实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [11] 孙更新, 肖冰, 彭玉忠. XML 编程与应用教程[D]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [12] 朱少民. 软件测试方法和技术[M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [13] 冯有前. 数值分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 128–145.
- [14] DAVID H F, LAKSHMI P D, KEREM P, et al. A new method for registration-based medical image interpolation [J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2008, 27(3): 370–377.
- [15] 缪斌和, 邓元木, 黄斐增, 等. 基于对应点匹配的断层图像三维插值方法[J]. 中国医学物理学杂志, 2000, 17(1): 14–16.
- [16] EI-KHAMY S E, HADHOUD N M, DESSOUK M I, et al. A new edge preserving pixel-by-pixel (PBP) cubic image interpolation approach [C]// NRSC 2004: Proceedings of the 21st National Radio Science Conference. Piscataway: IEEE, 2004, C11–1–9.
- [17] BAREQUE T G, VAXMWAN A. Nonlinear interpolation between slices [C]// SPM 07: Proceedings of the 2007 ACM Symposium on Solid and Physical Modeling. New York: ACM, 2007: 97–107.
- [18] CHANG S G, CVETKOVIC Z, VETTERLI M. Locally adaptive wavelet-based image interpolation [J]. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2006, 15(6): 1471–1485.