

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.02.028

## 基于软件复用技术的海上测控软件测试模型

赵建平<sup>1</sup>, 赵建辉<sup>2</sup>, 刘晓阳<sup>1</sup>, 施斌<sup>1</sup>, 顾美<sup>1</sup>

(1. 中国卫星海上测控部 技术部, 江苏 江阴 214431; 2. 中国卫星海上测控部 远望二号船, 江苏 江阴 214431)

**摘要:** 针对目前测试复杂度日益增加和测试队伍年轻化的问题, 设计基于软件复用技术的软件测试模型。在分析传统软件模型中软件测试存在的依赖于某个单独文档问题的基础上, 结合领域分析和软件测试复用的研究, 描述可复用测试构件库的生成过程和对测试构件的复用过程, 运用刻画分类方法实现了更加精确和准确的分类。结果表明, 该模型能提高测试工作效率, 解决测试人员经验不足的问题。

**关键词:** 软件复用; 软件质量保证; 软件测试模型; 刻画分类方法; 构件; 测试用例

**中图分类号:** TP311 **文献标志码:** A

## Marine Telemetry Control Software Testing Model Based on Software Reuse Technique

Zhao Jianping<sup>1</sup>, Zhao Jianhui<sup>2</sup>, Liu Xiaoyang<sup>1</sup>, Shi Bin<sup>1</sup>, Gu Mei<sup>1</sup>

(1. Technology Department, Satellite Marine Tracking & Control Department of China, Jiangyin 214431, China;

2. Yuan Wang TT&C Ship II, Satellite Marine Tracking & Control Department of China, Jiangyin 214431, China)

**Abstract:** For increasing the testing complexity and the challenge of inexperienced testing staff, designs the based-on-software-reuse-technique software testing model. On the basis of analyzing the problem of software testing depending on a document in the classical software model, the software testing model describes the process of producing reusable testing component library and testing components how to be reused by the research of domain analysis and software testing reuse, realizes more accurate and more exact classification via the method classifying of angles. The result shows that it can improve software testing efficiency, and solve the problem of testing staff lacking in experiences.

**Keywords:** software reuse; software quality assurance; software testing model; method classifying of angles; component; test case

### 0 引言

软件测试是保证软件质量, 提高软件安全性、可靠性的关键<sup>[1]</sup>。目前, 最适用于大中型海上测控应用软件研发的 V 模型, 还依赖于开发文档及其精确性、完整性。而且, 软件测试只能依据某一个单独的文档, 不能根据其前后阶段文档的修改而作相应修改。

随着我国航天事业的发展, 高密度、多样化的海上测控任务对海上测控软件的开发提出了新的挑战, 一方面是随着软件规模和复杂度越来越大, 测试也越来越复杂。需要提高软件测试效率、缩短软件测试周期、降低软件测试费用、增强软件测试的可靠性。另一方面是随着软件测试需求的增加, 年轻的测试人员不断加入测试队伍, 由于测试人员的能力不够, 使测试过程失去控制, 导致测试结果的重现性差。需要快速提高他们的能力, 满足测试工作的需要。笔者设计基于软件复用技术的软件测试模型, 以解决以上问题。

### 1 V 模型概述

测试总是被开发所驱动, 并与开发过程中各种行为有关。如图 1, 目前最典型的 V 模型适用于大中型海上测控应用软件系统的研发, 并指导海上测控系统其它应用软件系统的研发。V 模型把系统开发过程划分为具有固定边界的不同阶段, 测试人员很难跨越这些边界来采集测试所需要的信息。V 模型是在软件开发开始时期就对软件开发过程进行描述, 是古老的瀑布模型。在 V 模型中, 测试过程被加在开发过程的后半时期, 单元测试检测代码的开发是否符合详细设计的要求; 部件测试检测此前测试过的各组成部分是否能完好地结合到一起, 验证软件部件是否符合设计要求; 配置项测试只检测软件配置项与软件需求规格说明的一致性; 系统测试检测已集成在一起的产品是否符合软件系统设计说明的要求; 验收测试则检测产品是否符合最终用户的需求。

收稿日期: 2010-08-31; 修回日期: 2010-11-01

作者简介: 赵建平(1974—), 女, 福建人, 硕士, 工程师, 从事软件工程及计算机应用研究。

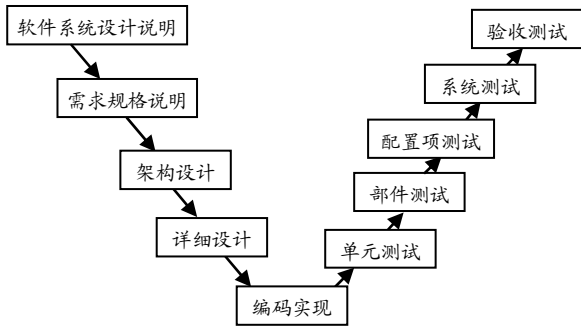


图 1 V 瀑布模型

## 2 软件测试复用的相关概念

软件复用是在软件开发中避免重复劳动的解决方案，可以提高软件开发的效率和质量。

Copper Jones 定义了包括测试复用在内的可复用的 10 种软件产品<sup>[2]</sup>。

软件测试的复用主要包括测试过程的复用、测试方法的复用和测试技巧的复用 3 个方面。

1) 测试过程的复用，即测试流程的复用。采用既定的软件测试流程，针对具体被测项目的需求进行剪裁，使测试的流程规范化。

2) 测试方法的复用，主要指测试计划的设计、测试策略的采用、测试项细则的编写、测试记录的方式、软件缺陷的分析和测试报告的撰写等方面的复用。而这类复用可以采用相应的测试文档模板，在最大程度上避免测试的随意性，提高测试设计的质量。

3) 测试技巧的复用，主要指测试用例的复用。在特定的情景下，选择何种测试用例是发现软件问题的关键因素，而测试用例的设计是与测试人员对被测软件的理解以及经验的积累密切相关的。如果将大量的测试用例收集到测试用例库中，经过合理的分类，供测试人员选择使用，将极大地提高软件问题的发现率。

## 3 基于软件复用技术的软件测试模型设计

### 3.1 理想的软件测试模型应具有的特点

针对 V 模型中的测试缺陷，理想的软件测试模型应该包括下列特点<sup>[3]</sup>：

- 1) 使测试对项目中的每一次代码交接有所反应；
- 2) 要求测试计划人员制定明确的规定，对已交接内容、新的交接以及交接内容的变更负责；
- 3) 在测试设计中，除了使用项目文档外，还应

鼓励使用其它各种信息，这些信息有不同来源，尽量避免测试受到项目文档的制约；

4) 允许根据多种来源提供的综合信息来设计一些独立的测试；

5) 允许测试被重新设计，以新的信息形式进行表现；

6) 包含反馈的循环，让测试设计可以考虑到，在执行测试时还可以继续发现到更多的测试内容；

7) 让测试人员认识到，避免测试的延迟可以节省成本。

### 3.2 可复用的软件测试模型

考虑到理想的软件测试模型应具有的特点，结合软件复用技术，笔者设计了基于软件复用技术的海上测控软件测试模型，如图 2。测试构件库由测试流程库、测试策略库、测试用例库构成。

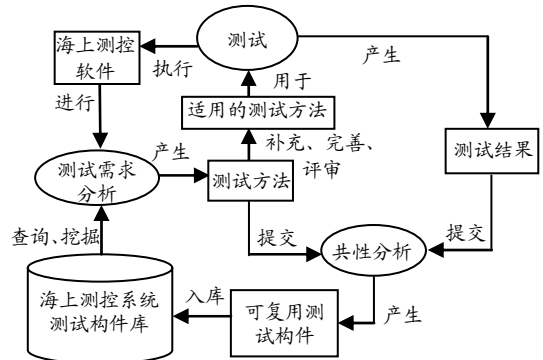


图 2 基于软件复用技术的海上测控软件测试模型

在这个测试模型中，描述了海上测控系统可复用测试构件的生成过程和对测试方法的复用过程。

1) 对一个项目测试产生的测试资源，如果要作为可以复用的测试构件，就必须对其进行共性分析（领域分析），通过抽象，使其与被测项目的相关度降到最低；在这个模型中对测试过程中生成的测试方法和测试结果共性分析；通过共性分析或领域分析，并结合任务需求分析，整理出被测软件所属领域或同类型软件的相同或相似特征及需求，挖掘出相对独立且类似的测试方法，该新的可以复用的测试构件存入测试构件库中。

2) 对测试方法的复用过程。首先，对被测的海上测控软件进行测试需求分析，查询、挖掘测试复用的机会；然后，在海上测控系统测试构件库中查找可以复用的测试构件，复用软件测试构件库中的测试构件生成对该软件的测试方法；其次，由于找到的测试方法，往往因其通用性，并不能完全满足测试需求，要对其补充完善和评审<sup>[4]</sup>，生成适用的

测试方法,使其能够满足特定的测试情况;最后,根据该测试方法对软件执行测试,生成测试结果。

### 3.3 刻面分类检索

为了提高软件测试构件的复用,在测试构件库中要按照一定的规则对测试构件进行分类,以提高测试构件检索的效率。目前,可复用软件构件有很多分类和检索方法,从构件表示出发可以分为人工智能方法、超文本方法和信息科学方法 3 类,其中,信息科学方法是实际复用项目中应用较为成功的一类,枚举、刻面、属性值、关键词和正文检索方法较为常见,其中,刻面分类方法能够表达丰富的构件信息,尤其令人关注。

刻面分类方法将关键词置于特定的语境中,避免了关键词的杂乱无章。而且,它通过从不同视角(刻面)来观察要分类的项,导致了更加精确和准确的分类。

测试构件库自身的特点决定了它应该采用与一般构件库不同的刻面集合,表 1 中列出了一个典型的测试构件库刻面集合。

表 1 一个典型的测试用例库刻面集合

测试构件库刻面	刻面描述
测试对象名称	被测试的需求名称
测试构件 ID	测试构件 ID 号,在数据库中是唯一的
版本号	按照定义规则设定的测试构件版本号,用于版本管理
测试功能	被测试需求的功能描述
应用领域	被测试的需求所属领域
系统类型	被测试的需求所在系统的架构
构件库类型	测试构件所属的测试构件库类型
软件编码	被测试的需求的编码语言
测试阶段	测试构件所处的测试阶段
测试类型	测试构件所属的测试类型
表述方法	测试构件的描述方式
测试环境	实施测试构件的软、硬件环境
附件	对测试构件的一些附加描述信息

## 4 测试复用实现

### 4.1 测试用例复用

在航天测控领域,指挥显示软件是实时系统软件。在不同型号任务中,该类软件的功能、性能、接口、显示画面都有区别,但不同任务对该类软件有共性需求。在同时对多个型号任务的该类软件进行确认测试时,采用面向复用的测试用例设计过程。具体包括 6 个步骤<sup>[3]</sup>,如图 3。

1) 共性分析。首先,领域专家、软件专家、设计人员、测试专家等人员一起参与梳理出被测软件

所属领域(指挥显示领域)的相同或相似特征及需求,从而挖掘出可复用点:相对独立且类似的功能、相同的构件、相似的业务流程。

2) 定义测试策略。分析各复用点的测试策略,包括测试类型、测试技术和方法、测试环境、测试覆盖率等内容。

3) 设计测试用例。对每个复用点设计测试用例,要进行通用化处理,排除和特定应用相关的具体信息,以降低测试用例和被测软件的相关度,弱化测试用例的可操作性和可复现性;还要进行标准化描述,每个要素应完全且描述充分。

4) 测试用例评审。组织领域专家、软件专家、测试专家、软件设计人员对可复用测试用例进行评审,确认每个共性需求的测试策略是否合适;每个共性需求是否能被可复用测试用例进行充分测试;如果没有通过评审,则需要重新回到以上 2 个步骤,视评审发现的具体问题而定。

5) 测试用例执行和修改。将通过评审确认的测试用例用于指挥显示的共性需求,对每个共性需求进行充分测试;寻找测试用例的不正确或不完善之处并纠正完善。

6) 测试用例入库。将经过测试执行确认的可复用测试用例统一纳入测试构件库中的测试用例库。

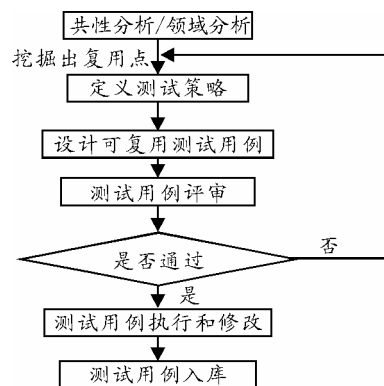


图 3 面向复用技术的测试用例设计过程

### 4.2 测试用例分类检索

根据 3.3 的定义,从多个角度完整地描述可复用测试用例,可实现复用测试用例的标准化,并且为测试用例的检索提供精确和准确定位,为建立可复测试用例库提供基础并对测试用例实施有效管理。

在表 2 中,给出了一个数据帧统计模块测试构件的刻面描述:

(下转第 96 页)

时, S4 运行。模型 3 的其余设置与模型 2 一致。

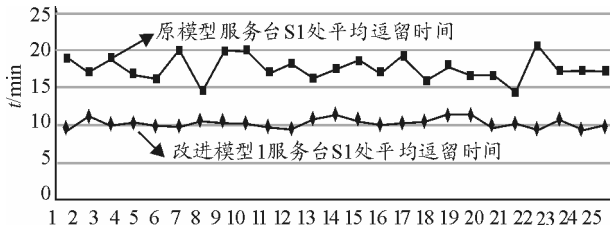


图 3 25 次独立运行原模型与改进模型 1 服务台 S1 顾客平均逗留时间

类似地, 对该模型建模, 在 Experiment 面板中设置上述情景, 其余设置与改进模型 1 一致。通过模型运行, 得到不同情景下服务台 S4 的利用率, 此处取利用率的最大值如图 4。

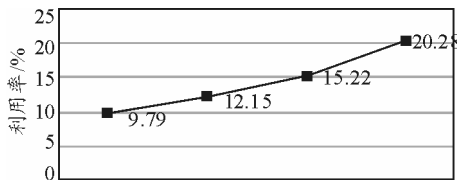


图 4 4 个情景下服务台 S4 利用率最大值

由图 4 可见, 随着服务台 S4 运行条件的放宽, 服务台 S4 的利用率呈现递增趋势, 但是此改进方案并不能使服务台 S4 的利用率达到 30%。此结果

表明, 仅放宽服务台 S4 工作限制条件, 不能实现设计要求, 必须考虑其他解决方案。

### 4 结论

利用 Simio 仿真软件建模, 具有迅速、直观的特点, 且模型校验和验证方便, 统计分析功能强大。作为新一代基于 .NET 托管代码、具有智能对象技术的软件, Simio 在排队系统仿真领域具有巨大的应用潜力。

### 参考文献:

- [1] 唐彦, 王志坚, 吴吟. 基于 Java 的排队系统仿真研究[J]. 计算机工程, 2006(13): 26-31.
- [2] 唐应辉, 唐小我. 排队论—基础与分析技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 2006: 3-4.
- [3] Jerry Banks, John Carson, Barry L. Nelson, et al.. Discrete-event system simulation (5th edition)[M]. New Jersey: Prentice Hall, 2010: 234-235.
- [4] C. Dennis Pegden. Intelligent objects: the future of simulation [EB OL]. (2009-12-19) [2010-02-10] <http://www.simio.com/resources/white-papers/Intelligent-objects/Intelligent-Objects-The-Future-of-Simulation-Page-1.htm>.
- [5] 秦天保, 王岩峰. 面向应用的仿真建模与分析—使用 ExtendSim[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 120-125.

\*\*\*\*\*

(上接第 93 页)

表 2 数据帧统计模块测试构件的刻画描述

刻画	刻画描述
测试对象	数据帧统计功能模块
测试构件 ID	FrameAccount_ Func_TestUseCase_0001
版本号	V1.00
测试功能	测试接收到的各类数据信息帧统计是否正确
应用领域	指挥显示领域
系统类型	非嵌入式实时软件
构件库类型	测试用例库
软件编码	C#语言
测试阶段	系统测试
测试类型	功能测试
表述方法	文本描述
测试环境	WindowsXP,.netFrameWork3.5
附件	测试方法: 黑盒测试中的划分等价类方法

### 5 结束语

该模型可以很好地解决测试人员经验积累与技能提高问题, 提高测试工作的效率, 为高密度任务下海上测控软件质量保证提供了新思路。但还应该解决以下问题:

1) 由于被测海上测控系统之间的差异, 在一个系统的测试过程中所开发的软件测试构件, 并不一定适用于其它项目的测试工作; 软件测试构件要达到一定的数量, 才能支持有效的复用, 而大量测试

构件的获得需很高的投入和长期的积累。

2) 当测试构件达到较大的数量时, 使用者要从海上测控系统测试构件库中找到一个自己想要的测试构件, 并断定它确实是自己需要的, 也非易事。

3) 基于复用的软件测试方法和软件测试过程是一个新的研究实践领域, 需要大量新的理论、技术和支持环境, 目前, 这方面的研究成果和实践经验还很少。

### 参考文献:

- [1] 奥瑞根 著. 陈茵, 闪四清 译. 软件质量实用方法论 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 17-18.
- [2] 杨芙清, 梅宏, 李克勤. 软件复用与软件构件技术[J]. 电子学报, 1999, 27(2): 68-75.
- [3] 王敏. 复用技术在软件测试中的应用[D]. 北京: 中国地质大学, 2006.
- [4] 尹平. 软件测试用例复用研究[J]. 计算机应用, 2010, 30(5): 1309-1311.
- [5] 顿海强, 庄雷. 面向对象与软件复用技术研究[J]. 计算应用研究, 2002, 19(3): 42-44.
- [6] 徐仁佐, 陈斌, 陈波, 等. 构造面向对象软件可复用测试用例的模式研究[J]. 武汉大学理工学报, 2003, 49(5): 592-596.