

一种软件自动测试系统^①

王 华, 刘焕敏, 段慧芬, 顾 培, 李 磊

(中国卫星海上测控部, 江阴 214431)

摘 要: 针对航天测控任务频度高, 测控任务软件系统测试重复性高、人工测试工作量大、测试效率和可靠性低的特点, 通过分析系统测试条件和需求, 设计了一种基于黑盒测试的软件自动测试系统. 文章介绍了自动测试系统的系统结构、主要功能模块、测试平台部署及测试流程等, 并详细阐述了测试用例管理、测试数据自动生成、测试过程控制、测试结果评估和测试报告自动生成等关键技术; 该系统能够有效的减少人工重复工作量, 增强系统测试的自动化, 提高系统测试效率和质量.

关键词: 黑盒测试; 自动测试; 测试用例; 软件系统测试

Software Automatic Test System

WANG Hua, LIU Huan-Min, DUAN Hui-Fen, GU Pei, LI Lei

(China Satellite Maritime Tracking and Control Department, Jiangyin 214431, China)

Abstract: Due to the high reliability demand in the high density aerospace tracking and control mission, system test of mission software is high repeatability, great workload, low testing efficiency and reliability. Through analyzing the system testing condition and testing demand, a software automatic test system based on black-box testing is designed. This article introduces the automatic test system including system structure, main function modules, testing platform disposition and testing workflow. Several key technologies are expounded such as test case management, test data automatic generation, test process control, test result evaluation and test report automatic creation. This test system can effectually reduce the manual repeat workload, improve the automatization of system testing, and enhance the system testing efficiency and quality.

Key words: black box testing; automatic test; test case; software system testing

软件测试是软件质量保证的重要手段和方法, 特别是航天测控软件更是要求高实时性、可靠性和安全性, 通过软件测试能有效的降低软件错误率并能将软件问题限制在可接受的范围内, 大大降低软件隐性缺陷带来的安全风险^[1]. 随着测控软件的日益复杂和规模庞大, 软件测试工作愈发工作量大, 因此研究软件的自动测试技术, 以提高软件测试的可靠性、完备性和测试效率.

1 系统需求分析

由于软件测试贯穿软件设计、开发和使用的全过程, 因此软件测试按照从软件开发过程通常划分为单

元测试、部件测试、配置项测试和系统测试^[2], 在海上测控部的指挥监视显示软件具备通用于多种型号任务的特点, 开发完毕并参加过多次实战, 参加不同型号的试验任务如无代码更动则只需进行软件的参数配置, 软件测试工作主要集中在软件的系统测试, 以保证软件的可靠性和正确性. 因此本文研究的软件自动测试系统, 主要特指自动系统测试.

现有的参试软件测试积累了大量测试用例和测试数据, 软件系统测试主要依靠人工完成, 测试工作重复性高、工作量大、执行效率低下, 因此系统需求如下: 1) 根据积累的系统测试用例, 能够自动生成测试

^① 收稿时间:2012-04-17;收到修改稿时间:2012-06-07

用例,具备一定的智能化;2)测试数据自动生成的功能,实现系统测试的可靠性;3)测试过程的自动化,减少人工量;4)自动记录测试结果,且具备自动评估能力,以降低软件缺陷;5)根据需求,可自动生成测试报告,减轻测试人员重复性工作;6)系统人机交互友好,使用简捷方便,可重用和可扩展性强。

2 自动测试框架模型

系统测试通常是在模拟的测试环境下,运用黑盒测试的方法,不涉及程序的代码实现,只关注被测程序的外在行为,验证被测软件是否满足需求规格说明中软件的功能和性能及其他特性是否与用户的要求一致^[3]。

指挥所监视显示软件的主要功能是按照型号任务显示要求和总体文件,对测控数据按照约定的信息交换规定进行实时接收、处理、存储和监视显示,系统特点是要保证数据处理和显示高实时性和正确性。

面向功能的自动测试主要是从程序的输入/输出映射关系进行测试,自动测试典型的框架模型^[4]如图1所示。

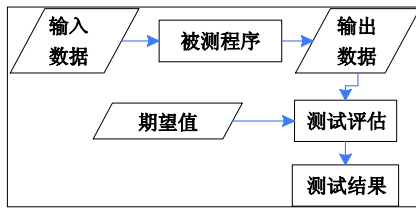


图1 自动测试框架模型

系统测试采用的黑盒测试技术主要侧重于以下方面:

- (1) 功能测试,关注所测试的输入数据在数据接收、处理和显示执行后所产生的输出数据,是否与测控要求规定的处理方法相一致。
- (2) 负载测试,模拟任务实战状态下,是当系统实时处理大容量数据时进行的数据测试,测试系统的负载承受力或在满负荷工作下的健壮性。
- (3) 异常测试,当系统实时处理各类异常值和边界值时系统的容错能力和健壮性。
- (4) 恢复测试,对软件、数据库或其它系统资源的状态恢复,使其能正常执行所需的功能。

3 系统软件结构

自动测试系统采用分布式结构,便于测试的测试数据准备、测试脚本生成、测试过程的控制和测试报

告生成。分布式系统如图2所示,分别包括以下部分:

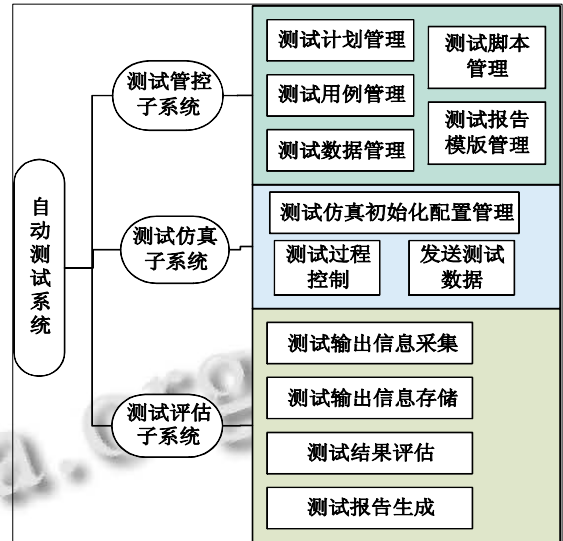


图2 系统结构图

- (1) 测试管控子系统,根据任务要求负责测试数据准备和管理、测试用例的管理、测试脚本生成和测试过程的管理等测试前的各项准备工作;
- (2) 测试仿真子系统,根据测试脚本,将测试数据按照任务状态发送到被测系统作为测试的输入,并负责测试过程中对测试过程的控制;
- (3) 测试评估子系统,负责测试过程中测试输出的记录和存储,根据测试用例将测试的输入和输出进行比对分析,得出测试结论,并自动生成测试报告。

4 自动测试平台搭建

测试平台部署在指挥所机房,如图3所示,测控中心的数据由光纤,通过路由器与指挥所进行数据交换,于是测试仿真子系统部署在内部局域网上,模拟任务状态直接向数据通信软件发送测试数据;

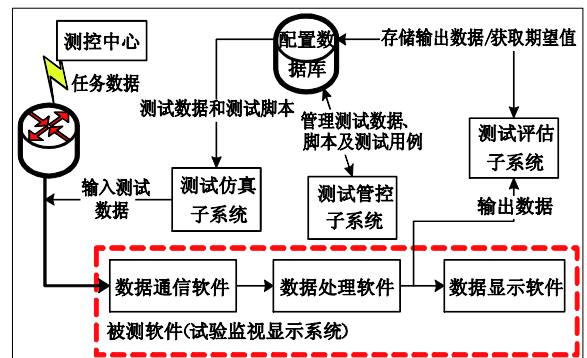


图3 测试平台部署

测试管控子系统，部署在内部局域网其他微机上，测试前根据任务需求通过数据库进行测试数据的录入、选择，测试脚本的编辑和测试用例的选择、录入和管理，通过测试管控子系统完成测试前的准备工作。

测试评估子系统部署在数据处理软件之后，由于数据显示不做数据处理，因此测试的输出结果在数据处理转发数据时进行采集和存储；采集的输出值与数据库设置的期望值进行比对，评估测试结果。

5 系统实现

5.1 测试用例的自动生成

由于积累了大量的测试用例，而且试验监视显示软件系统测试有其特点：(1)不需要人机交互的操作，主要是数据信息交换测试，集中测试数据交换的互操作性、容错性和系统效率特性、负载等测试；(2)需要人机交互的各类功能性测试，主要测试系统界面交互功能。测试用例库的自动生成主要从积累的测试用例进行特征提取和录入，按照功能测试、效率测试、可靠性测试等类型进行录入，测试用例存入 SQL Server 数据库中，每类测试用例按照测试编码进行分类，详细数据库设计如图 4 所示。

在测试准备阶段，通过用户测试用例管理界面，选择需使用测试用例，如果不需要变化，直接使用，需要变更，则作为新的测试用例进行特征提取、录入、添加等管理，使测试用例的生成具备一定的自学习功能。

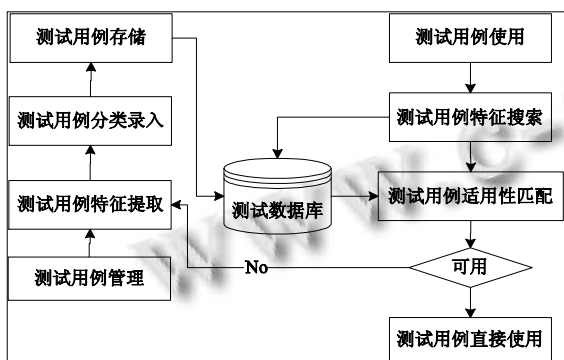


图 4 测试用例管理

5.2 测试数据的自动生成

测试数据的来源分为两类：一类来源任务联调演练和任务实战，作为有效等价类测试数据；一类来源是根据数据信息交换规定要求，进行数据生成，作为无效等价类和异常值测试数据。测试数据按照两种格

式存储，一类存储为 .Log 文件，一类存储在数据库；测试管控子系统可根据测试要求，通过测试数据管理界面进行测试数据选择，使用数据文件或者数据库数据，已验证的数据可直接使用，需要添加的数据，按照信息交换规定的格式生成新的测试数据，并存储到数据库，其过程如图 5 所示。

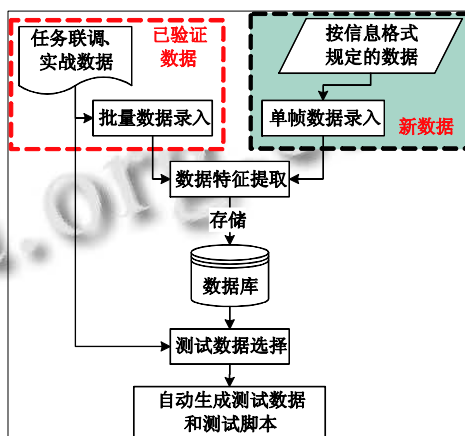


图 5 测试数据自动生成

5.3 测试过程控制

测试过程控制包括测试准备情况控制、测试类型控制、输入帧频控制、测试强度控制、测试步骤控制等。

(1) 测试准备情况控制，包括测试准备阶段的测试计划、测试用例、测试数据、测试环境的准备和管理，当准备阶段的各项工作完成后，具备开展测试的条件和环境，测试准备完成，生成测试脚本，可进入测试实施阶段。

(2) 测试实施阶段的过程控制，测试仿真程序通过加载测试脚本^[5]，包括自动控制测试数据类型、帧频、测试强度等，依据测试用例的测试步骤，开展测试，并自动记录测试结果。

5.4 测试结果评估

测试评估子系统将数据处理的输出进行解算，并根据测试用例的测试步骤进行数据库存储，在测试阶段将通过已设计好的测试用例测试过程将输出结果与期望值进行比对，评估测试结果。为提高测试评估与预测的正确性，测试评估可应用比值法和基于规则的评估方法。

比值法：主要是应用于数值评估，将输入数值和输出数值进行比较计算，如果一致，则认为该测试正确，通过；否则认为该测试异常，不通过。

基于规则的评估方法:是指从测试过程处理的决策表中抽取以规则形式表示的测试评估;以 IF...THEN...形式进行规则表示,可进行非数值的自动测试评估,可以和比值法一起使用。

5.5 测试报告自动生成

利用 Word 数据自动交换技术实现测试报告的自动生成,步骤如下:

(1) 按照系统测试报告文档格式,定制测试文档模版(.dotg 格式);

(2) 在文档模版中,按照正式文档章节和内容要求设置文档格式;

(3) 在需要插入文本、数值、图片和表格的位置,添加书签,并以书签名进行区别;

(4) 创建 Word 的 Application 对象,打开 Word 模板;

(5) 调用对象 Selection.TypeText 方法在插入文本;调用 Selection.InlineShape.AddPicture 方法插入图片;调用 Selection.Tables.Add 方法添加表格,通过 Selection.Tables.Range 属性向表格中的单元格添加文本及格式设置^[6]。

(6) 所有数据操作完成后,调用 Document 对象的 Save 和 Close 方法完成对当前文档的保存和关闭操作,保存生成测试报告。

5.6 自动测试数据流程图

系统自动测试流程如图 6 所示。

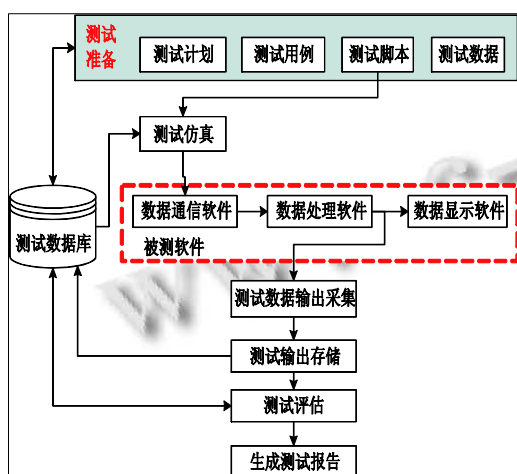


图 6 自动测试流程图

测试准备,根据测试计划,从测试数据库生成测试用例、测试数据和测试脚本;

依据测试数据、测试脚本和测试用例,开始测试仿真;

由测试仿真将测试输入发送到数据通信,数据输出由数据处理发送点进行采集;

将采集的输出数据进行数据库存储;

将输入和输出进行测试预测与评估;

将测试用例和评估结果,通过测试报告模板,自动生成测试报告。

6 结语

本文研究的软件自动测试系统,是针对软件的系统测试,其基础是已有大量测试用例,其测试特点是主要针对数据的互操作性、容错性和系统负载等测试,需要人工干预较少。本文给出了系统自动测试的详细解决方案,使该系统测试可以方便的进行测试用例管理、测试脚本生成、有效进行测试控制和进行测试评估,生成测试报告,可以提高软件测试的正确性和提高测试效率。本文的自动化测试还有许多局限性和难点,比如自动化测试中测试用例自动生成方法、测试评估算法和可靠性等问题,都还需要进一步深入研究,提高软件自动化测试质量。

参考文献

- 1 朱少民.软件测试方法和技术.北京:清华大学出版社,2005.
- 2 张克东.软件工程与软件测试自动化教程.北京:电子工业出版社,2002.
- 3 张瑾,杜春晖.自动化软件测试.北京:机械工业出版社,2008.
- 4 金虎.自动化软件测试技术研究.成都:四川大学,2006.
- 5 凌永发,张云生,郭秀萍.软件测试自动化中的脚本技术.云南民族学院学报(自然科学版),2002:554-558.
- 6 施斌,赵建平,顾培,等.观察者模式及 Word 自动化技术在信息分析软件中的应用.飞行器测控学报,2011,2:51-54.