

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

软 件 专 业 系 列

案例式
教材

21

软件测试教程

杜文洁 主编



清华大学出版社

21 世纪高职高专规划教材

软件专业系列

软件测试教程

杜文洁 主编

21

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书详尽地阐述了软件测试的基础知识及其相关的实用技术。内容包括软件测试概述、软件测试过程与策略、黑盒测试及其实例设计、白盒测试及其实例设计、软件测试计划与文档、软件自动化测试、软件测试管理、面向对象的软件测试、Web 网站测试及软件测试职业。

本书结合教学实例突出基本知识和基本概念的表述,注重内容的先进性、系统性和实用性,力求反映软件测试发展的最新成果。将测试与软件工程密切结合,使读者可以更好地理解和掌握软件测试的内容,并迅速地运用到实际测试工作中去。

本书可作为高等院校、高职高专院校及相关软件学院软件技术专业和计算机相关专业的教材,也可作为软件测试技术培训的教材,同时还可供从事软件测试的工作人员参阅。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

软件测试教程/杜文洁主编.—北京:清华大学出版社,2008.4

21世纪高职高专规划教材.软件专业系列

ISBN 978-7-302-16788-4

I. 软… II. 杜… III. 软件—测试—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 004136 号

责任编辑:束传政 田 梅

责任校对:袁 芳

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:14.25 字 数:292千字

版 次:2008年4月第1版 印 次:2008年4月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:22.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:024865-01

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在部指导下,清华大学出版社组织出版了“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立了“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件和政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

国际商务系列

• 服务类

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设:加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail: gzg@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量教材。

高职高专教育教材编审委员会

前 言

软件测试教程

软件测试是对软件需求分析、设计规格说明和编码的最终审核,是软件质量保证的关键步骤。随着软件产业的迅速发展,市场对于进行专业化、高效化软件测试的需求越来越强烈,软件测试职业的价值越发显著,软件测试技术作为一门新兴产业迅速发展起来。在这种形势下,计算机专业学生对于软件测试知识的学习与应用就显得尤为重要,因此一本好的软件测试教材对于学习者是必不可少的。

现阶段国内软件测试教学处于起步阶段,我们依据高职高专软件测试课程教学大纲所规定的教学要求编写本教材,把多年软件测试教学经验和教学实践成果融入本教材中,在内容分布上充分考虑理论与实践相结合的原则。

本书选材注意把握高职高专学生的专业知识背景与接受能力,由浅入深,以“实例教学”的方法激发学生的学习兴趣。在编写上,注重内容的先进性、系统性和实用性,力求反映软件测试发展的最新成果。在结构安排上,深入阐述软件测试的基础理论知识,循序渐进,做到了理论和实际相结合。在每章内容后面均附有小结和课后习题。

本书共分 10 章,系统地介绍了软件测试的主要内容,具体如下:

1. 软件测试概述

介绍了软件测试的背景、基本理论,以及软件测试与软件开发的关系。

2. 软件测试过程与策略

介绍了软件测试的复杂性与经济性分析,描述了软件测试的流程,其中包括单元测试、集成测试、确认测试、系统测试和验收测试 5 个测试阶段。最后,介绍了两组测试方法,分别是静态测试与动态测试、黑盒测试与白盒测试。

3. 黑盒测试及其实例设计

具体介绍了黑盒测试的各种方法,其中包括等价类划分法、边界值分析法、决策表法、因果图法,并且分别配有测试用例来具体说明这 4 种方法。最后描述了黑盒测试的一个实例设计。

4. 白盒测试及其实例设计

具体介绍了白盒测试的各种方法,其中包括逻辑覆盖测试和路径分析测试两种主要

方法。这部分还介绍了循环测试、变异测试和程序插装等其他白盒测试方法。最后,列举了一个采用覆盖测试方法的测试实例和一个采用独立路径测试方法的测试实例。

5. 软件测试计划与文档

详细阐述了测试计划的制定、测试文档的主要内容和软件生命周期各阶段的测试任务与可交付的文档,列举了测试用例、测试总结报告的设计内容。

6. 软件自动化测试

介绍了软件自动化测试、自动化测试的设计与开发以及常用的自动化测试工具。

7. 软件测试管理

具体叙述了软件质量保证与软件测试的关系、测试的组织管理和测试团队的职责,以及 ISO 9000 标准和能力成熟度模型(CMM)。

8. 面向对象的软件测试

阐述了面向对象的软件测试、面向对象的软件、面向对象测试与传统测试的区别和面向对象的测试方法。

9. Web 网站测试

阐述了 Web 网站的测试、功能测试、性能测试、安全性测试、可用性/可靠性测试、配置和兼容性测试、数据库测试。

10. 软件测试职业

介绍了软件测试职业和职位、软件测试资源的获取途径和软件测试工程师的素质要求。

本书由杜文洁担任主编,景秀丽、白萍担任副主编。第 1 章、第 10 章由杜文洁编写,第 2 章、第 4 章、第 5 章、第 7 章、第 9 章由景秀丽编写,第 3 章、第 6 章、第 8 章由白萍编写。全书由杜文洁统稿完成。

由于水平和时间有限,书中难免存在一些疏漏,请读者批评指正。

作者

2008 年 3 月

目 录

软件测试教程	1
第 1 章 软件测试概述	1
1.1 软件测试的背景	1
1.1.1 软件缺陷	2
1.1.2 软件测试技术的发展历史和现状	7
1.2 软件测试的基本理论	8
1.2.1 软件测试的定义和目标	8
1.2.2 软件测试的标准	9
1.2.3 软件测试的原则	10
1.2.4 软件测试的分类	12
1.3 软件测试与软件开发	13
小结	15
习题	15
第 2 章 软件测试过程与策略	16
2.1 软件测试的复杂性与经济性分析	16
2.1.1 软件测试的复杂性	16
2.1.2 软件测试的经济性	19
2.1.3 软件测试的充分性准则	21
2.1.4 软件测试的误区	21
2.2 软件测试的流程	22
2.2.1 软件开发的 V 模型	22
2.2.2 单元测试	24
2.2.3 集成测试	28
2.2.4 确认测试	34
2.2.5 系统测试	36

2.2.6	验收测试	41
2.3	静态测试与动态测试	47
2.3.1	静态测试	47
2.3.2	动态测试	49
2.4	黑盒测试与白盒测试	49
2.4.1	黑盒测试	49
2.4.2	白盒测试	50
2.4.3	黑盒测试与白盒测试的对比	51
小结	.....	52
习题	.....	53
第3章	黑盒测试及其实例设计	54
3.1	黑盒测试概述	54
3.2	等价类划分法	55
3.2.1	等价类划分法的概念	55
3.2.2	常见等价类划分形式	57
3.2.3	等价类划分法测试用例	59
3.3	边界值分析法	60
3.3.1	边界值分析法的概念	60
3.3.2	边界条件与次边界条件	61
3.3.3	边界值分析法测试用例	63
3.4	决策表法	63
3.4.1	决策表法的概念	63
3.4.2	决策表法的应用	65
3.5	因果图法	67
3.5.1	因果图法的概念	67
3.5.2	因果图法测试用例	70
3.6	实例设计	71
3.7	测试方法的选择	76
小结	.....	77
习题	.....	77
第4章	白盒测试及其实例设计	78
4.1	逻辑覆盖测试	78

311	4.1.1	语句覆盖	79
311	4.1.2	判断覆盖	80
311	4.1.3	条件覆盖	81
311	4.1.4	判断/条件覆盖	82
311	4.1.5	条件组合覆盖	82
131	4.1.6	路径覆盖	83
311	4.2	路径分析测试	84
311	4.2.1	控制流图	84
311	4.2.2	独立路径测试	86
311	4.2.3	Z 路径覆盖测试	89
311	4.3	其他白盒测试方法	90
131	4.3.1	循环测试	90
311	4.3.2	变异测试	91
311	4.3.3	程序插装	92
311	4.4	实例设计	93
311	小结	.....	96
311	习题	.....	96
第 5 章 软件测试计划与文档			98
311	5.1	测试计划的制定	98
311	5.1.1	测试计划	98
311	5.1.2	测试计划的制定和软件开发与测试的关系	100
311	5.2	测试文档	103
311	5.2.1	测试文档的概念	103
311	5.2.2	软件生命周期各阶段的测试任务与可交付的文档	104
311	5.3	测试用例的设计	107
311	5.4	测试总结报告	108
311	小结	.....	110
311	习题	.....	110
第 6 章 软件自动化测试			111
311	6.1	软件自动化测试概述	111
311	6.2	自动化测试的设计与开发	112
311	6.2.1	自动化测试的产生及定义	112

6.2.2	手工测试与自动化测试	112
6.2.3	测试工具的运用及作用	115
6.2.4	自动化测试产生的问题	117
6.3	常用自动化测试工具简介	118
6.3.1	自动化测试工具的分类	118
6.3.2	常见自动化测试工具介绍	121
6.4	性能测试实例	127
6.4.1	现场测试环境	128
6.4.2	测试要求	128
6.4.3	测试内容	128
6.4.4	测试方案	128
6.4.5	测试过程	131
	小结	132
	习题	133
第7章	软件测试管理	134
7.1	软件质量保证与软件测试	134
7.1.1	软件质量保证	134
7.1.2	软件质量保证与软件测试的关系	135
7.2	测试的组织管理和测试团队的职责	136
7.2.1	软件测试的组织	136
7.2.2	软件测试的管理	139
7.2.3	测试团队总的职责	140
7.2.4	软件开发和测试过程的组织结构与职责划分	140
7.3	ISO 9000 标准	143
7.4	能力成熟度模型(CMM)	144
	小结	146
	习题	147
第8章	面向对象的软件测试	148
8.1	面向对象的软件测试概述	148
8.2	面向对象的软件	149
8.3	面向对象测试与传统测试的区别	152
8.4	面向对象的测试方法	161

8.5	类测试	166
8.6	JUnit 简介	173
	小结	178
	习题	179
第 9 章	Web 网站测试	180
9.1	Web 网站的测试	180
9.2	功能测试	182
9.2.1	页面内容测试	183
9.2.2	页面链接测试	184
9.2.3	表单测试	185
9.2.4	Cookies 测试	187
9.2.5	设计语言测试	188
9.2.6	功能测试用例	188
9.3	性能测试	188
9.3.1	负载测试	189
9.3.2	压力测试	189
9.3.3	连接速度测试	190
9.4	安全性测试	190
9.5	可用性/可靠性测试	193
9.5.1	导航测试	194
9.5.2	Web 图形测试	194
9.5.3	图形用户界面(GUI)测试	196
9.5.4	可靠性测试	199
9.6	配置和兼容性测试	199
9.7	数据库测试	202
	小结	204
	习题	205
第 10 章	软件测试职业	206
10.1	软件测试职业和职位	206
10.1.1	测试团队的基本构成	207
10.1.2	测试人员职位及其责任	207
10.2	软件测试资源的获取途径	210

软件测试概述

本章概述

本章介绍了软件测试的发展历史,软件测试技术的分类方法、测试标准、测试原则,阐述了软件测试与软件开发的关系。

1.1 软件测试的背景

软件的质量就是软件的生命,为了保证软件的质量,人们在长期的开发过程中积累了许多经验并形成了许多行之有效的方法。但是借助这些方法,我们只能尽量减少软件中的错误和不足,却不能完全避免所有的错误。

由于软件是人脑的高度智力化的体现和产品这一特殊性,不同于其他科技和生产领域,因此软件与生俱来就有可能存在着缺陷。

在开发大型软件系统的漫长过程中,面对纷繁复杂的各种现实情况,人的主观认识和客观现实之间往往存在着差距,开发过程中的各类人员之间的交流和配合也往往并不是尽善尽美的。

如果我们不能在软件正式投入运行之前发现并纠正这些错误,那么这些错误最终必然会在软件的实际运行过程中暴露出来。到那时,不仅改正这些错误要付出很大的代价,而且往往会造成无法弥补的损失。

如何防止和减少这些可能存在的问题呢?回答是进行软件测试。测试是最有效的排除和防止软件缺陷与故障的手段,并由此促进了软件测试理论与技术实践的快速发展。新的测试理论、测试方法、测试技术手段在不断涌出,软件测试机构和组织也在迅速产生和发展,由此软件测试技术职业也同步完善和健全起来。

1.1.1 软件缺陷

1. 软件错误案例研究

人们常常不把软件当回事,没有真正意识到它已经深入渗透到我们的日常生活中,软件在电子信息领域里无处不在。现在有许多人如果一天不上网查看电子邮件,简直就没法活下去。我们已经离不开 24 小时包裹投递服务、长途电话服务和最先进的医疗服务了。

然而软件是由人编写开发的,是一种逻辑思维的产品,尽管现在软件开发者采取了一系列有效措施,不断地提高软件开发质量,但仍然无法完全避免软件(产品)会存在各种各样的缺陷。

下面以实例来说明。

(1) 迪斯尼的狮子王游戏软件缺陷

1994 年秋天,迪斯尼公司发布了第一个面向儿童的多媒体光盘游戏——狮子王动画故事书(The Lion King Animated Storybook)。尽管当时已经有许多其他公司在儿童游戏市场上运作多年,但是这次是迪斯尼公司首次进军儿童游戏市场,所以进行了大量促销宣传。结果,销售额非常可观,该游戏成为孩子们在当年节假日的“必买游戏”。然而后来却飞来横祸。1994 年 12 月 26 日,圣诞节过后的第一天,迪斯尼公司的客户支持电话开始响个不停。很快,电话支持技术人员就淹没在来自于愤怒的家长并伴随着玩不成游戏的孩子们哭叫的电话之中。报纸和电视新闻进行了大量的报道。

后来证实,迪斯尼公司未能对市面上投入使用的许多不同类型的 PC 机型进行广泛的测试。软件只能在极少数系统中工作正常——例如在迪斯尼程序员用来开发游戏的系统中——但在大多数公众使用的系统中却不能运行。

(2) 爱国者导弹防御系统缺陷

爱国者导弹防御系统是里根总统提出的战略防御计划(即星球大战计划)的缩略版本,它首次应用在海湾战争中对抗伊拉克飞毛腿导弹的防御战中。尽管对系统赞誉的报道不绝于耳,但是它确实在对抗几枚导弹中失利,包括一次在沙特阿拉伯的多哈击毙了 28 名美国士兵。分析发现症结在于一个软件缺陷,系统时钟的一个很小的计时错误积累起来到 14 小时后,跟踪系统不再准确。在多哈的这次袭击中,系统已经运行了 100 多个小时。

(3) 千年虫问题

20 世纪 70 年代早期的某个时间,某位程序员正在为本公司设计开发工资系统。他使用的计算机存储空间很小,迫使他尽量节省每一个字节。他将自己的程序压缩得比其他任何人都紧凑。使用的其中一个方法是把 4 位数年份,例如 1973 年,缩减为 2 位数,73。因为工资系统相当依赖于日期的处理,所以需要节省大量的存储空间。他简单地认

为只有在到达 2000 年,那时他的程序开始计算 00 或 01 这样的年份时问题才会产生。虽然他知道会出这样的问题,但是他认定在 25 年之内程序肯定会升级或替换,而且眼前的任务比现在计划遥不可及的未来更加重要。然而这一天毕竟到来了。1995 年他的程序仍然在使用,而他退休了,谁也不会想到如何深入到程序中检查 2000 年兼容问题,更不用说去修改了。

估计全球各地更换或升级类似的前者程序以解决潜在的 2000 年问题的费用已经达数千亿美元。

(4) 美国航天局火星登陆探测器缺陷

1999 年 12 月 3 日,美国航天局的火星极地登陆者号探测器试图在火星表面着陆时失踪。一个故障评估委员会调查了故障,认定出现故障的原因极可能是一个数据位被意外置位。最令人震惊的问题是为什么没有在内部测试时发现呢。

从理论上讲,着陆的计划是这样的:当探测器向火星表面降落时,它将打开降落伞减缓探测器的下降速度。降落伞打开几秒钟后,探测器的三条腿将迅速撑开,并锁定位置,准备着陆。当探测器离地面 1800 米时,它将丢弃降落伞,点燃着陆推进器,缓缓地降落到地面。

美国航天局为了省钱,简化了确定何时关闭着陆推进器的装置。为了替代其他太空船上使用的贵重雷达,他们在探测器的脚部装了一个廉价的触点开关,在计算机中设置一个数据位来控制触点开关关闭燃料。很简单,探测器的发动机需要一直点火工作,直到脚“着地”为止。

遗憾的是,故障评估委员会在测试中发现,许多情况下,当探测器的脚迅速撑开准备着陆时,机械震动也会触发着陆触点开关,设置致命的错误数据位。设想探测器开始着陆时,计算机极有可能关闭着陆推进器,这样火星极地登陆者号探测器飞船下坠 1800 米之后冲向地面,撞成碎片。

结果是灾难性的,但背后的原因却很简单。登陆探测器经过了多个小组测试。其中一个小组测试飞船的脚折叠过程,另一个小组测试此后的着陆过程。前一个小组不去注意着陆数据是否置位——这不是他们负责的范围;后一个小组总是在开始复位之前复位计算机,清除数据位。双方独立工作都做得很好,但合在一起就不是这样了。

(5) 金山词霸缺陷

在国内,“金山词霸”是一个很著名的词典软件,应用范围极大,对使用中文操作的用户帮助很大,但它也存在不少缺陷。例如输入“cube”,词霸会在示例中显示 $3^3 = 9$ 的错误;又如,如果用鼠标取词“dynamically”(力学,动力学),词霸会出现其他不同的单词“dynamite *n.* 炸药”的显示错误。

(6) 英特尔奔腾浮点除法缺陷

在计算机的“计算器”程序中输入以下算式:

(4195835/3145727) * 3145727 - 4195835

如果答案是 0,就说明计算机没问题。如果得出别的结果,就表示计算机使用的是带有浮点除法软件缺陷的老式英特尔奔腾处理器——这个软件缺陷被烧录在一个计算机芯片中,并在制作过程中反复生产。

1994 年 10 月 30 日,弗吉尼亚州 Lynchburg 学院的 Thomas R. Nicely 博士在他的一个实验中,用奔腾 PC 机解决一个除法问题时,记录了一个想不到的结果,得出了错误的结论。他把发现的问题放到因特网上,随后引发了一场风暴,成千上万的人发现了同样的问题,并且发现在另外一些情形下也会得出错误的结果。万幸的是,这种情况很少见,仅仅在进行精度要求很高的数学、科学和工程计算中才会导致错误。大多数用来进行税务处理和商务应用的用户根本不会遇到此类问题。

这件事情引人关注的并不是这个软件缺陷,而是英特尔公司解决问题的方式:

- 他们的软件测试工程师在芯片发布之前进行内部测试时已经发现了这个问题。英特尔的管理层认为这没有严重到要保证修正,甚至公开的程度。
- 当软件缺陷被发现时,英特尔通过新闻发布和公开声明试图弱化这个问题的已知严重性。
- 受到压力时,英特尔承诺更换有问题的芯片,但要求用户必须证明自己受到缺陷的影响。

舆论哗然。互联网新闻组里充斥着愤怒的客户要求英特尔解决问题的呼声。新闻报道把英特尔公司描绘成不关心客户和缺乏诚信者。最后,英特尔为自己处理软件缺陷的行为道歉并拿出 4 亿多美元来支付更换问题芯片的费用。现在英特尔在 Web 站点上报告已发现的问题,并认真查看客户在互联网新闻组里所留下的反馈意见。

2. 软件缺陷的定义

从上述的案例中可以看到软件发生错误时将造成灾难性危害或对用户产生各种影响。

在这些事件中,显然软件未按预期目标运行。作为软件测试员,可能会发现大多数缺陷不如上面所列举的实例那么明显,而对于一些简单而细微的错误,很难做到真正区分哪些是真正的错误,哪些不是。对于软件存在的各种问题我们都称为软件缺陷或软件故障。在英文中人们喜欢用一个不贴切但已经专用的词“bug”表示。

软件缺陷即计算机系统或者程序中存在的任何一种破坏正常运行能力的问题、错误,或者隐藏的功能缺陷、瑕疵。缺陷会导致软件产品在某种程度上不能满足用户的需要。对于软件缺陷的准确定义,通常有以下 5 条描述:

- ① 软件未实现产品说明书要求的功能。
- ② 软件出现了产品说明书指明不会出现的错误。

③ 软件实现了产品说明书未提到的功能。

④ 软件实现了产品说明书虽未明确指出但应该实现的目标。

⑤ 软件难以理解,不易使用,运行缓慢或者终端用户认为不好。

为了更好地理解每一条规则,我们以计算器为例进行说明。

计算器的产品说明书声称它能够准确无误地进行加、减、乘、除运算。当你拿到计算器后,按下(+)键,结果什么反应也没有,根据第①条规则,这是一个缺陷。假如得到错误答案,根据第①条规则,这同样是一个缺陷。

若产品说明书声称计算器永远不会崩溃、锁死或者停止反应。当你任意敲键盘,计算器停止接受输入,根据第②条规则,这是一个缺陷。

若用计算器进行测试,发现除了加、减、乘、除之外它还可以求平方根,说明书中从没提到这一功能,根据第③条规则,这是软件缺陷。软件实现了产品说明书未提到的功能。

若在测试计算器时,发现电池没电会导致计算不正确,但产品说明书未指出这个问题。根据第④条规则,这是个缺陷。

第⑤条规则是全面的。如果软件测试员发现某些地方不对劲,无论什么原因,都要认定为缺陷。如“=”键布置的位置极其不好按;或在明亮光下显示屏难以看清。根据第⑤条规则,这些都是缺陷。

美国商务部国家标准和技术研究所(NIST)进行的一项研究表明,软件中的 bug 每年给美国经济造成的损失高达 595 亿美元。说明软件中存在的缺陷所造成的损失是巨大的,从反面又一次证明软件测试的重要性。如何尽早彻底地发现软件中存在的缺陷是一项非常复杂,需要创造性和高度智慧的工作。同时,软件的缺陷是软件开发过程中的重要属性,反映软件开发过程中需求分析、功能设计、用户界面设计、编程等环节所隐含的问题,也为项目管理、过程改造提供了许多信息。

3. 软件缺陷的原因

软件缺陷的产生,首先是不可避免的。其次,我们可以从软件本身,团队工作和技术问题等多个方面分析,将比较容易确定造成软件缺陷的原因归纳如下。

(1) 技术问题

- 算法错误。
- 语法错误。
- 计算和精度问题。
- 系统结构不合理,造成系统性能问题。
- 接口参数不匹配出现问题。

(2) 团队工作

- 系统分析时对客户的需求不是十分清楚,或者和用户的沟通存在一些困难。
- 不同阶段的开发人员相互理解不一致,软件设计对需求分析结果的理解偏差,编