

软件测试课程工程实践教学模式的探索与实施^{*}

赵 翀,高 鹏

(海军工程大学计算机工程系,湖北 武汉 430033)

摘 要:分析软件测试课程教学中的问题,提出了软件测试课程工程化实践教学模式。将课堂教学内容以实践为中心重新组织,将实践教学分为两个阶段,逐步培养学生的实践能力,并在实践教学的第二阶段中引入了探索性测试。总结了教学改革的效果,并分析了改进的思路。

关键词:软件测试;探索性测试;实践教学;教学模式

中图分类号:G642

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1007-130X.2014.A1.013

Exploring and implementation for teaching scheme
of engineering practice of software testing course

ZHAO Chong,GAO Peng

(Department of Computer Engineering,Navy University of Engineering,Wuhan 430033,China)

Abstract:Analysing the problems of teaching software testing course,we present a teaching scheme of engineering practice of software testing course. We reorganised the content of teaching along with engineering practice as the core. Let the practice teaching be two phases, cultivating the practice capability of students step by step. And we introduce exploring test at the second phase of the practice teaching. We also summarized the effect of the reformation of teaching and present the thinking for improvement.

Key words:software testing;exploring test;practice teaching;teaching scheme

1 引言

软件质量问题已成为所有软件使用者和开发者关注的焦点,而作为软件质量保证和质量控制的有效手段,软件测试受到了越来越多企业、用户及专家的关注^[1]。但是,软件测试人才培养的质量与用人单位的需求仍存在一定的差距,造成这种差距的原因在于目前的软件测试人才培养偏重于学术型,重视理论教学,忽视了企业急需的拥有工程实践能力的人才。本文基于我们在软件测试课程教学过程中的一些做法进行了探讨与总结。

2 软件测试课程教学中的问题

软件测试是软件工程的一个重要分支。随着

软件工程专业人才的培养从科学型人才培养到工程师培养的转变,迫切需要对软件专业的教学体系进行工程化改造^[2],从而形成一个融基础理论、实验教学、工程实践为一体的整体化培养机制^[3]。软件测试人才培养也面临同样的转型。软件测试是一门对工程实践要求极高、对学生动手能力要求极强的软件工程核心课程。现代软件测试与传统的软件测试不一样,它贯穿软件工程整个生命周期,覆盖软件各种应用领域,需要具备较强专业技术、学习和创新能力。要成为一名合格的软件测试人才,需要经过严格系统化的专业培养,并具有软件测试人员的工程实践能力。但是,在传统软件测试课程教学中存在以下问题:

(1)课程内容抽象。课程中包含大量软件测试中的概念、方法、技术和规范,大多数本科学学生没有软件项目的实际开发经验,所以课程内容的概括性

^{*} 收稿日期:2013-11-04;修回日期:2013-12-14
基金项目:海军工程大学软件类教学团队基金项目;教育部高等学校计算机课程改革项目(2-1-ZXM-01)
通信地址:430033 湖北省武汉市海军工程大学计算机工程系
Address:Computer Engineering Department,Navy University of Engineering,Wuhan 430033,Hubei,P. R. China

与抽象性增加了学生对课程内容的理解难度。

(2)测试技术的讲授过于孤立。软件测试不是根据某个单一的技术就可以完成的任务,传统的知识讲授只能简单罗列不同软件测试的技术和方法,缺乏对知识的针对性和连贯性,学生很难理解不同的测试技术和方法在软件开发的各个阶段应该如何应用,导致学生只会死记硬背软件测试的条条框框,而不懂如何活学活用。

(3)缺少案例贯穿整个测试过程。虽然大多数教师充分认识到了案例在教学中的重要性,在教学过程中也加强了案例使用的力度,但是由于没有考虑到大多数学生没有参与过实际的软件开发的项目,没有接触过软件开发的流程,为讲解技术而使用案例,案例过于琐碎,没有贯穿测试过程中的案例让学生体会各种技术的使用场景,与真实工程实践相差较大。

(4)实践教学缺少衔接。在软件测试的教学过程中,虽然大多数教师也都认识到了实践在教学中的重要性,但是缺少循序渐进的实践过程。有的直接在课程结束后使用模拟的项目进行实践,有的直接将学生放到实习企业进行实际项目的实训。这导致学生在真正接触实际测试项目时存在很大的心理落差,不知道怎么使用所学的测试技术和方法,甚至觉得不需要课程学习就可以进行测试。

(5)任课的教师缺少测试实践经验。软件测试是一门工程性很强的课程,如果测试的教学只停留在纸上谈兵,势必会对教学效果产生一定的影响。而很多讲授软件测试课程的教师即使有编写代码基础,但也很少接触实际的工程项目,由于缺少项目经验,很难透彻地教授测试技术在实际工作中的使用,使得课程教学过于空泛。

3 软件测试课程工程化实践教学模式

对于以上问题,我校在软件测试课程教学方面开展了一系列改革,着眼于工程实践能力的培养,从教学内容、案例组织、实践过程等方面进行了一些探索,形成了软件测试课程工程化实践教学模式,如图 1 所示。

我们在本专业教师多年参与测试实践并同时兼顾测试教学的基础上,总结了大量实践和教学经验,按照实际工作中典型的测试团队所需的各种技能知识为导向,将实践能力培养贯穿于整个教学活动过程中。通过自编教材《软件测试技术——基于案例的测试》,将理论教学的内容进行了重新组织,

将课堂教学分为四个部分,将案例和工具贯穿于整个教学过程。完成课堂教学后,通过两个阶段循序渐进的实践教学,辅助学生顺利地将所学知识应用到实际项目中。通过教师和学生同时参与项目,增加教师的测试经验,并在实际测试项目的指导过程中贯穿探索性测试的思想,从而使得学生对测试项目的实施能更容易地进行。

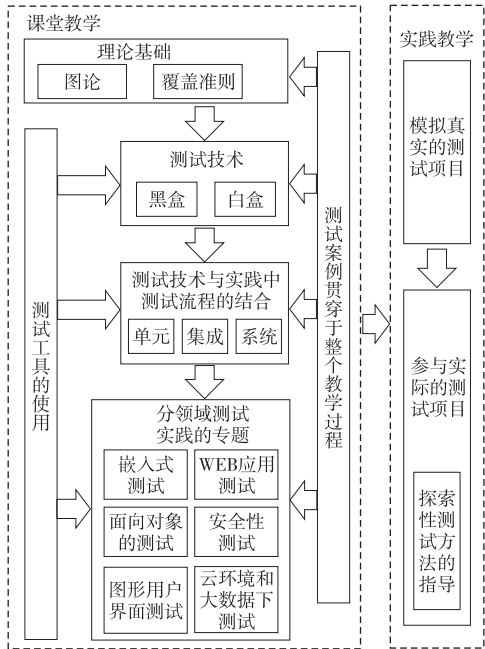


Figure 1 Engineering practice model of teaching for software testing course

图 1 软件测试课程工程化实践教学模式

3.1 工程化实践贯穿于课堂教学

基于以上思路,在课堂教学中将教学内容组织为“理论基础”、“测试技术”、“测试技术与实践中测试流程相结合”、“分领域测试实践专题”四部分。

“理论基础”部分侧重于实践中使用的测试技术涉及的理论,理论知识上强调图论和覆盖准则的形式化描述。技术层面上,软件测试是基于覆盖准则的。覆盖准则通常分为如下四类:图覆盖、逻辑覆盖、输入空间覆盖和语法结构覆盖。由于我们不能测试所有输入,用覆盖准则决定使用哪些输入来测试。有效地利用覆盖准则可让软件测试员找到程序中的错误的可能性更大,并且对软件的高质量和高可靠性提供了依据。从实践的观点看,覆盖准则提供了何时停止测试的有效规则。

“测试技术”部分强调实践中使用较多的测试技术,弱化理论性强但实践中较少使用的技术;特别强调黑盒方法,并使用一个案例贯穿所有技术,使学生加深对这些方法的理解。

“测试技术与实践中测试流程相结合”部分将

测试流程中使用的技术与“测试技术”部分的内容结合起来讲授技术的使用;在集中讲解测试的技术的基础上,从单元测试、集成测试、系统测试的各个实践阶段展开方法的实际使用。

“分领域测试实践专题”部分以测试的不同领域中测试技术的使用为着眼点,分专题介绍各领域相关的测试技术。结合测试实践分专题讲解各应用领域的测试,包括面向对象的测试、嵌入式测试、Web 应用测试、图形用户接口测试等。最后讨论新的应用场景下的测试,包括云环境下的测试、大数据的测试等。

我们将测试案例贯穿于整个教学过程,如表 1 所示。工资支付系统是按软件工程的方法步骤进行设计和构建的,教学过程中给出各阶段的产品作为测试依据,并贯穿于整个教学过程。对于工资支付系统没有覆盖到的测试技术,我们也选择其他的经典案例。三角形问题是测试的经典问题。简化的录像机系统作为嵌入式的案例进行分析。简单自动柜员机问题为集成测试和系统测试提供了很多线索。货币转换程序和面向对象的 NextDate 问题将用于面向对象的测试方法。

Table 1 Cases used in teaching

表 1 课堂教学中使用的案例

课堂教学部分	内容	案例
理论基础	图论	工资支付系统、三角形类型问题
	覆盖准则	工资支付系统、三角形类型问题
测试技术	黑盒测试技术	工资支付系统
	白盒测试技术	三角形类型问题、工资支付系统
测试技术与实践中测试流程的结合	单元测试	三角形类型问题
	集成测试	简单自动柜员机问题
	系统测试	简单自动柜员机问题
分领域测试实践专题	面向对象的测试	面向对象的 NextDate 问题、货币转换程序
	图形用户界面测试	工资支付系统
	嵌入式软件测试	简化的录像机系统
	Web 应用软件测试	工资支付系统
	安全性测试	工资支付系统
	云环境和大数据测试	

在讲解测试技术的过程中对测试工具进行演示和介绍,这些工具是在课程学习的实践阶段,学生需要使用这些工具进行测试。

从学时分布上也突出实践的特征,如表 2 所示。“理论基础”部分只用 9 个学时,与实践相关的

“实用技术”和“专题讲座”分别是 20 个学时和 11 个学时,占总学时数的 77.5%。整个教学内容以实践为核心组织教学内容,使学生学完测试课程能较好地理解测试技术及其实践中的使用。

Table 2 Class hour distribution in teaching

表 2 课堂教学的课时分布

分类	教学内容	课时	总课时
理论基础	软件测试基础	1	9
	图论	2	
	覆盖准则	6	
实用技术	白盒测试	4	20
	黑盒测试	6	
	单元测试	2	
	集成测试	4	
	系统测试	4	
	面向对象的测试	2	
专题讲座	图形用户界面测试	2	11
	嵌入式软件测试	2	
	Web 应用软件测试	2	
	安全性测试	2	
	云环境和大数据测试	1	

3.2 循序渐进的实践教学

在实践教学中,采取循序渐进的方式使学生逐步接触真正的测试实践。具体来说分为两个阶段:第一个阶段模拟中小型软件测试项目,由教师指导辅助完成全生命周期的测试,学生将体会不同阶段的测试以及不同的测试技术的使用。第二个阶段让学生参与到实际的大型软件测试项目中。教师采用结对的方式和学生一起进行测试,并在测试过程中按探索性测试的思路对学生进行指导。

(1)模拟真实的测试项目。第一个阶段是让学生接触准实践,即让学生参与模拟的测试项目,测试中小规模的软件。在这个过程中,教师对学生的测试过程进行详细的指导,引导其在测试流程中正确地使用测试技术。实施过程中,将人员分为开发者和测试者两个角色,将测试阶段分为单元测试、集成测试和系统测试。通过从开发者到测试者的角色转变,让学生体会实践中开发者和测试者各自的心理以及技术的使用。

在测试项目开始时,将学生分组,每 2~3 个人组成一个小组,并选出组长,选用一种编程语言实现一个中小规模的程序,模拟实际项目的测试过程。程序开发完成后,首先由开发人员使用单元测试工具进行单元测试,即每个小组成员测试自己的

代码。小组完成测试计划文档、自测试报告。接下来测试人员分集成测试和系统测试两个阶段进行测试。集成测试阶段需要开发桩和驱动程序进行测试,系统测试阶段需要进行完整的测试的策划、测试的设计和测试的执行等一个完整的过程。最后小组提交测试报告,并对测试进行分析。整个模拟阶段涵盖所有的测试阶段、各阶段涉及的技术和工具的使用以及测试文档的撰写。

(2)参与实际的测试项目。第二个阶段是参与实际的较大规模的测试项目。我们与某测评中心合作,通过模拟真实的测试项目训练的学员直接参与到实际的大型软件项目中,由教师带队,在实践过程中完成教学,将每个学员分到不同的测试组,分配不同的任务。

由于软件本身与领域相关,测试过程开始前还有一个熟悉软件的过程,这个过程是开放性的,在熟悉软件的过程中,很多学员就记录下了很多问题,为后期的测试做好了充分的准备。由于在前一阶段学员已对实践中测试技术的使用有了较好的理解,因此这一阶段主要侧重培养学生测试实践能力,对很多测试中的问题没有给出答案,而是让学生自己去探索,我们在这个阶段因势利导地引入探索性测试方法,将学习软件、设计测试用例、执行测试的过程同时进行,并注重在实际的测试项目中提高学生的测试实践能力。在参与过程中,学员并没有涉及整个过程,而是根据项目的需要负责某个任务或某个模块的测试。测试过程的组织主要是通过不定期的会议,在测试过程中引导学生使用探索性测试方法,测试过程中的会议包括:不定期的测试情况汇报、软件本身问题的理解和讨论会、问题相关的开发人员与测试人员的讨论会。每次会议过程中要求形成会议纪要。

在这个阶段,教师也全程参与项目的测试并与学生一起进行测试。这样,一方面为教师积累了丰富的测试经验,利于后期的课程教学,另一方面也可以及时发现和反馈教学中存在的问题,及时解答学生的疑惑,使学生能顺利完成由理论到实践的过渡。通过从课堂教学到实践教学过程中贯穿工程化实践教学能力的培养,使得学员可以深刻地理解测试技术,逐步完成测试理论向测试实践的过渡,工程化测试实践能力得以逐步提升。

4 探索性测试在实践教学中的应用

在实践教学的第二阶段,引导学生使用探索性

测试方法。探索性测试是事先不进行计划和设计的一种特殊类型的测试。探索性测试的创始人Bach J对探索性测试的定义为^[4]:了解被测软件,设计测试用例,执行测试同时进行的软件测试技术。与传统测试方法相比较,探索性测试可以根据测试的实际情况执行测试,具有较好的灵活性和针对性,因此在实际测试过程中是一种非常有效的发现软件问题的测试方法,并且对传统测试是一个很好的补充。让教师和学生结对,针对特定的测试任务来执行测试,测试过程中由教师灌输探索性测试的方法和思路。

首先教师带领学生熟悉软件需求和开发文档,了解测试任务、软件运行环境和测试环境制定。然后学生在熟悉软件的同时,根据已经掌握的情况,在教师的指导下对被测试软件进行初步的测试用例设计,利用设计出来的测试用例,进行探索性软件测试。该过程中的用例设计是根据软件实际情况,现场设计并执行的,并根据执行的情况,不断地调整和修改,以期发现软件中的问题。这样,一方面可以将测试的执行结果反馈到设计好的测试用例中去,修改已有的测试用例;另一方面又可以进一步利用测试过程及测试结果中的信息,加强对软件系统的学习了解,设计出新测试用例并执行测试。如此反复循环,直至完成原先设定的测试目标。

在实践教学过程中,我们并没有将探索性测试仅仅作为一种简单的测试技术,而是引导学生将关注点放在如何测试软件上,真正从如何实施测试的角度去理解和应用这种技术。所以,所有一切传统的测试方法都可以用来做探索性测试,如等价类划分、边界值分析法、错误推测法等。

在具体实施时,让教师和高年级的学生与低年级的学生结对进行测试,一方面方便指导,另一方面在测试过程中可以相互学习。结对的方式是自由组合,单个测试人员在一天内可与别的多位测试人员组成结对组,但一个给定的测试任务必须由其中一名测试人员全权承担。在测试过程中,一名测试人员负责具体的测试操作,即测试的执行,另一名测试人员负责提出探索性问题、记录测试过程中的异常、准备测试中要使用的相关材料等。

使用探索性测试,测试人员可以根据实际情况,凭借自身的经验和对系统的认识来进行测试,通常它能帮助测试人员在测试设计之外发现更多的软件缺陷。但是,这要求每位测试人员都能清楚地表述出它的想法,并将这种想法带到测试中去。

当一名测试人员向同伴解释他的想法的时候,同时会触发同伴的灵感,这将带来更多的发散性的思维,设计出更加准确和高效的测试用例,同时,有经验的测试人员可以趁此机会将探索性测试的本质传授给新的测试人员。

学生在进行测试时基于已有的测试知识,在教师的指导下,开展探索性测试,同时进行测试的设计、测试的执行和软件的学习。通过不断询问系统的方式,让系统回答问题,来对系统进行探索。在教师的引导下,通过边学习软件边执行测试,节省了大量的测试时间,提高了发现软件问题的效率。

5 教学结果的反馈

我们从 2010 年开始进行改革,完善以上教学模式。从 2011 年起,使用自编教材进行教学,重新组织教学内容和教学形式,经过近三年的积累,从学生的反馈以及用人单位的反馈等方面来看,这种培养模式在培养学生实践能力上的效果还是很明显的,参见表 3。将 2011 年进行了初步改革的教学反馈情况和 2010 年未进行改革时进行比较,学生有了明显的进步,而 2012 年的教学反馈比 2011 年又有了更进一步的完善。这充分说明该教学模式对于学生掌握理解测试技术并将其转化为实际的工程化实践能力起到了很好的促进作用。

Table 3 Comparison of teaching effect

表 3 教学效果对比

年度	组数	发现问题的平均数量	撤销的问 题单平均 数量	协作单位的 反馈	被测单位的反馈
2010	2	50~80	20	学生进入工作状态时间较长	发现了一些小问题
2011	2	80~100	5~10	学生能较快地进入工作状态	发现了一些有价值的问题
2012	2	80~100	3~8	学生一开始就具有一定的测试经验	发现了很有价值的问题

6 结束语

在软件测试课程工程化实践教学模式的实施方式上进行了一些改革,根据实践教学的需要将测试教学中的内容进行了重新组织,重点强调实践能力培养,将案例贯穿于课堂教学中,从讲解测试技术时就开始引入测试工具的介绍。在实践教学过程中,将实践分为两个层次,第一层是模拟实际的测试项目,教师全程指导,第二层是参与实际的测

试项目,将探索性测试融入项目的实践中。通过这些改革,使得学生实践能力有了较大提高。

在实践教学中引入了探索性测试,虽然在指导学生上起到了很好的效果,但是由于探索性测试是将软件学习、测试设计和测试执行同时执行,因此容易导致测试过程的无序,因此需要针对测试实践过程研究一套合理的过程管理方法,使得实践环节有序可控。另外,仅仅在实践教学的阶段引入探索性测试,没有在课堂教学中明确其概念和思想,使有些学生在实践中不知如何着手应用这种技术。因此,在课程教学中应适时引入探索性测试的概念和理论,使学生不仅会使用探索性测试并具有较好的理论基础。

参考文献:

[1] Yang Peng, He Ping. Construction and exploration of higher professional software testing[J]. Computer Education, 2008 (2): 63-66. (in Chinese)

[2] Lei Jian-yun. On the establishment and implementation of software practice teaching system on computer in university [J]. Computer Education, 2009 (8): 110-111 . (in Chinese)

[3] Luo Bin, Zhao Zhi-hong, Shao Dong. Construction and implementation of engineering practice teaching system for the software engineering professional [J]. Computer Education, 2005(4):25-28. (in Chinese)

[4] Whittaker J A. Exploratory software testing[M]. Fang Min, Zhang Sheng, translation. Beijing: Tsinghua University Press,2010. (in Chinese)

附中文参考文献:

[1] 杨鹏, 贺平. 高职软件测试专业的构建与探索[J]. 计算机教育, 2008(2): 63-66.

[2] 雷建云. 浅谈高校计算机专业软件实践教学体系的建立与实施[J]. 计算机教育, 2009 (8): 110-111.

[3] 骆斌, 赵志宏, 邵栋. 软件工程专业工程化实践教学体系的构建与实施[J]. 计算机教育, 2005(4):25-28.

[4] Whittaker J A. 探索式软件测试[M]. 方敏, 张胜, 译. 北京: 清华大学出版社, 2010.

作者简介:



赵翀(1978 -),男,湖北武汉人,博士生,讲师,CCF 会员(E200023168G),研究方向为软件测试。E-mail: zc0706@21cn.com

ZHAO Chong, born in 1978, PhD candidate, lecturer, CCF member (E200023168G), his research interest includes software testing.