

文章编号: 1672-5913(2016)01-0157-03

中图分类号: G642

面向编程类实验教学的在线代码评测方法研究

陈高云, 张海清, 王嘉昀

(成都信息工程大学 软件工程学院, 四川 成都 610225)

摘要: 总结编程类课程实验教学中编码训练的代码种类和功能性代码评测方法及缺陷, 提出过程性代码评测方法, 通过编制独特的验证程序, 利用预设函数的方式获取被测代码运行过程中产生的数据, 实现对代码的过程识别和深层评测, 感知代码的算法思路, 完成精细化、深层次的代码评测, 介绍实施中的关键问题和具体措施。

关键词: 实验教学; 黑盒评测; 编程; 代码评测

DOI: 10.16512/j.cnki.jsjy.2016.01.045

0 引言

代码评测是使用人工操作或软件自动运行的方式检验被测代码是否满足要求的过程, 用于识别被测代码的正确度、完全度和质量^[1], 属于中小规模的软件评测。在线代码评测是通过在线提交程序源代码, 由代码评测系统对提交的代码自动进行评测, 既能提高评测的效率和正确率, 也可极大地减轻教师的工作强度, 弥补计算机实践教学的不^[2]。

一直以来, 在线代码评测都采用黑盒评测原理, 不管程序的内部结构和内部特性, 仅限于对代码的运行结果和运行效率进行评测, 没有对代码的算法思想和数据处理过程进行识别。对于编程类实验教学而言, 编码技能的训练是重中之重, 训练的内容往往有诸多的限制, 检查代码是否满足限制条件是很有必要的。

1 编码训练中的代码种类分析

众所周知, 一个问题会有若干解决方案, 具体实现的代码各不相同。比如, 线性表的很多问题, 既可以用模块化方式解决, 也可以用面向对象方式解决; 既可以用顺序表解决, 也可以用链表解决; 既可以从表头处理到表尾, 也可以从表尾处理到表头; 或者按照其他的策略处理。

在教学中, 为了充分训练学生熟练掌握某些

特定的算法和编程技能, 需要指定设计方案或特定算法, 要求学生按照规定进行编码。为了有效地测评, 有必要对被测代码的情况进行归纳和分析。

根据编程类课程的教学需求, 用于编码和算法训练的代码种类有:

(1) 完整的可执行代码: 要求代码运行并将结果输出到屏幕上, 是对编码技能的入门级训练;

(2) 模块化的代码: 要求模块接口输出符合要求, 能有效训练学生掌握基本的模块化编程技能;

(3) 存储结构受限的代码: 在指定存储结构上完成的代码, 此限制能有效训练学生掌握不同设计方案下的编程技能;

(4) 算法思路受限的代码: 同一设计方案下, 数据处理过程和处理结果相同, 但在存在多种算法的情况下, 按照指定的算法思路完成的代码。比如, 快速排序算法的递归过程和非递归过程就是属于数据处理过程相同而算法思路完全不同的情况。此限制能有效训练学生借助特殊的数据结构解决复杂问题。

(5) 数据处理过程受限的代码: 同一设计方案下, 数据处理过程不同, 但处理结果相同的情况下, 按照指定的数据处理过程完成的代码。而数据处理过程不同必然导致不同的算法思路, 因此, 这种类型也属于算法思路受限。比如, 顺序表的排序和查找, 其算法处理方法都有若干种, 数据处理过程有明显的差别。此限制能有效训练

基金项目: 四川省 2013-2016 年高等教育人才培养质量和教学改革项目“地方院校实施‘卓越人才培养计划’的探索与实践”。

第一作者简介: 陈高云, 女, 教授, 研究方向为数据集成与可视化, cgy@cuit.edu.cn。

学生掌握若干经典的算法思想。

(6) 关键字受限的代码: 禁止代码中使用特定的关键字或符号, 适用于在编程类课程中的各知识点训练。比如, 禁止可能造成循环的关键字 (for、while、until、goto) 出现在代码中, 能强化训练学生的递归编码技能。

2 功能性代码评测方法及存在的问题

功能性代码评测方法是预先设置正确的结果, 然后与被测代码的运行结果对比, 从而完成评测。功能性代码评测方法又分屏幕输出评测法和模块接口评测法两种。

2.1 屏幕输出评测法

被测代码必须是完整的可执行代码, 评测方通过获取被测代码的屏幕输出内容, 与正确结果进行对比, 评测是否符合要求, 适用于评测完整的可执行被测代码, 其明显的缺点有:

(1) 输出信息的格式难以把控, 给编码人员带来极大的困扰。

(2) 增加被测代码的负担。

(3) 对于编码初学者而言非常不利, 由于代码评测过于依赖屏幕输出, 被测代码总要与显示器输出有瓜葛, 使初学者养成很不好的编码习惯, 误以为代码的输出目的地就是显示器, 而函数接口或模块接口方面的训练极为欠缺, 以至于初学者后期很难突破这种误会, 而放弃编码。

(4) 难以训练编码人员的模块化编程能力和与人合作编程的能力。

(5) 代码评测的题目大部分内容为描述显示器输出格式, 使题目编制和阅读都较为困难。

2.2 模块接口评测法

将被测模块运行后的内存接口数据与正确结果进行对比, 检查其是否符合要求, 适用于评测模块化的被测代码和存储结构受限的被测代码。存在的问题是: 针对操作结果相同但要求数据处理过程不同的情况, 模块接口评测法就无能为力了。

3 过程性代码评测方法及作用

过程性代码评测通过预设函数的方式捕捉被测代码运行过程中的行为或产生的数据, 与评测数据进行对比, 实现探视被测代码的运行过程,

从而判断被测代码的正确性。其中, 预设函数是供被测代码使用的、具有特定数据处理功能和跟踪代码运行过程的函数, 由出题人编写。

3.1 计数器跟踪评测法

计数器跟踪评测法是指要求被测代码必须按照一定的规则调用预先设定好的、带有静态计数器的功能性函数, 以被测代码调用该函数的次数作为代码质量评测的依据之一。该评测法适用于评测算法思路受限的被测代码。比如, 快速排序的递归算法和由栈辅助的非递归算法, 对于数据的调整过程完全是一致的。相对而言, 非递归算法的编码难度要大得多, 为了落实该项训练, 可以采用在预设代码中提供带有静态计数器功能的“压栈”“出栈”“空栈”等系列操作函数, 强制被测代码调用。

3.2 过程性结果评测法

过程性结果评测法是指利用预设函数提取代码运行过程中产生的具有代表性的数据进行评测, 其作用是有效识别被测代码是否采用指定的算法思路完成相关操作, 适用于评测数据处理过程受限的被测代码。比如排序操作, 其相应的算法有几十甚至上百种, 针对这种代码运行结果相同, 而运行过程有别的情况, 提取代码运行过程中产生的数据进行评测不失为一种有效办法。

由于不同的操作其过程性结果的产生状况不同, 因此, 不同的操作便有不同的数据提取策略。

(1) 针对“排序”操作, 为了确认被测的排序代码是否按照指定的排序方法编写, 可以抓住诸多排序算法的排序过程完全不同的特点, 设置多个评测用例, 利用预设函数提取每趟排序的结果, 了解其排序过程中产生的每趟排序数据是否符合要求, 就能确认被测代码的算法。

(2) 针对“查找”操作, 可以采用提取被测代码在查找过程中产生的关键字比较序列, 在评测用例较多的情况下, 评测程序便可识别被测代码的算法是否符合要求。

4 在线代码评测的具体措施

4.1 代码评测的关键措施——预设代码

预设代码主要由验证代码、标准函数、预设函数 3 部分组成。其中, 验证代码完成对被测代码的正确性检测, 可以负责键盘和屏幕操作; 标

准函数能产生正确的过程性数据和结果数据,作为评测依据,供验证代码调用;预设函数供被测代码调用,其作用类似于探针,能够深入被测代码的内部,获取代码运行中产生的过程性结果。具体措施是:提交评测的源程序由教师模块和学生模块组成,每个模块可以包含若干个函数,教师模块可以为空。其中,教师模块的代码就是预设代码,教师可以利用预设代码有效掌控编码训练内容。因此,编制预设代码就成为编制题目中的关键环节。

为了训练学生掌握函数重载、引用变量与引用常用方法、对基本数据类型进行初始化、命名空间及其别名的定义和使用,强化训练学生掌握函数参数的技能、体会参数默认值的作用,教师可以利用预设代码完成在命名空间中自定义数据类型,编写 main 函数定义必要的变量和数组,并使用开关语句 switch-case 分别调用学生完成的函数,对其进行精细的正确性、合理性测试,从而强化训练学生掌握具体的知识点技能之目的。

4.2 使用预设代码的措施

预设代码给教师提供了在代码评测系统上二次开发的机会,降低评测数据的管理难度,因此,可以使代码评测灵活机智,教师可以借此引导被测代码的走向。

4.2.1 构建特定的在线代码评测系统

由成都信息工程大学研制的“课程教学过程化管理平台”由课堂管理、群体评测、代码评测、在线考试、教学质量评价、教学资源库管理、教学管理和督导等子系统组成。其中,代码评测子系统就有关键字违例情况检测和预设代码处理功能,操作方便,性能稳定,为解决深度代码评测的问题和降低题目编写的难度提供很好的支撑,其在线代码评测步骤如下。

(1) 教师给出题目描述,并设置相关属性和预设代码;

(2) 学生提交被测代码申请评测;

(3) 系统对被测代码的关键字违例情况进行检测;

(4) 系统将预设代码和被测代码整合为完整的可执行代码;

(5) 系统提交完整的可执行代码到后台进行编译链接;

(6) 系统运行完整的可执行代码,给出评测结果,并记录相关信息。

4.2.2 在原有系统中使用预设代码的措施

如果代码评测系统没有预设代码处理功能,只要能对源代码进行功能性评测,就能使用预设代码方式对被测代码进行深度评测。

(1) 头文件处理法:将正确无误的预设代码单独形成文件(.h/.c/.cpp),放在评测系统的特定目录下,让被测代码包含(#include)此文件即可。特别注意的是预设代码与被测代码拼接起来才是完整的代码。

(2) DLL 处理法:将预设代码制作成动态链接库,让被测代码调用其中的函数。当然,此法需要被测代码的积极配合,增加了被测代码的负担。

5 结 语

在长期的教学实践中,依托“课程教学过程化管理平台”,对编程类课程群(C、C++、数据结构、工程实践I)的教学中可能出现的各种编码训练情况进行了深入研究和探索实践,逐步发现由易到难、由浅入深的在线代码评测方法,并及时应用到教学中,教学效果明显。

教学实践表明,灵活应用各种代码评测方法,一方面可以打造功能日益完善的全天候编码训练场,使学生的多项编码技能得以充分训练;另一方面,能够简化评测数据,降低评测题目的编制难度,减轻教师的工作量。

参考文献:

- [1] 苑文会,彭四伟.源代码在线评测系统的设计与实现[J].计算机与数字工程,2006(9):130-132.
- [2] 林巧,韩建民.基于在线评测系统的C语言实践教学探讨[J].实验科学与技术,2011(6):37-39.
- [3] 陈高云,李蕊,王嘉昀.贯穿模块化编码的C语言教学过程[J].计算机教育,2012(12):86-89.
- [4] 王涛春,罗永龙,左开中.基于在线评测的数据结构实践教学探讨[J].计算机教育,2010(10):88-91.
- [5] 苑文会,彭四伟.黑盒测试技术在辅助教学系统中的应用[J].计算机工程与设计,2006(23):4604-4606.
- [6] 张浩斌.基于开放式云平台的开源在线评测系统设计与实现[J].计算机科学,2012(S3):339-343.

(编辑:孙怡铭)