

# 基于 PTA 平台的程序设计类课程教学改革实践

方维 袁宝库 梁峰绮

北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院），北京，100876

**摘要** 针对目前程序设计类课程大多使用各类自动评测 OJ（Online Judge）系统进行作业提交与线上考试的教学实际，分析了大一年级学生编程能力弱，作业代码雷同等问题原因，实施了基于 PTA 实验辅助教学平台的课程教学改革，提高了程序设计类课程的教学质量，培养了学生的自创能力。

**关键字** PTA 平台，自动测评 OJ，程序设计课程，教学改革，抄袭路径

## Teaching Reform Practice of Programming Courses Based on PTA Platform

Fang Wei Yuan Baoku Liang Fengqi

School of Computer Science (National Pilot Software Engineering School)  
Beijing University of Posts and Telecommunications,  
BeiJing 100876, China

fang\_wei@bupt.edu.cn yuanbaoku@bupt.edu.cn lfq@bupt.edu.cn

**Abstract**—In view of the current teaching practice that programming courses mostly use various automatic evaluation OJ (Online Judge) systems for homework submission and online examination, this paper analyzes the reasons for the weak programming ability of freshmen and the similarity of homework codes, and implements the curriculum teaching reform based on PTA experiment assisted teaching platform, which improves the teaching quality of programming courses and cultivates students' self creation ability.

**Key words**—PTA platform, online judge, programming course, teaching Reform, plagiarism route

## 1 引言

随着信息技术的发展与应用，高校毕业生从事互联网、金融科技等与计算机编程相关的人数越来越多，加上目前火热的人工智能技术，也需要将各种算法进行编程实现以完成这些新技术在实际应用中的落地。因此，如何培养更多的具备创新能力的编程人才，是计算机基础教育关注的焦点问题。目前程序设计类课程大多使用各类 OJ 系统进行实践教学，如何更好地利用线上教学平台，提高课程教学质量，在培养学生创新能力的同时，加大自创能力的培养，是程序设计类课程面临的问题与挑战。

## 2 课程教学的要求与问题

程序设计类课程是所有高校理工科学生的一门重要的必修课，课程以计算为核心，以编程为抓手，通过强调自顶向下、逐步求精的程序设计方法并辅助以 N-S 流程图的计算过程描述，培养学生基本的程序设计能力和良好的代码编程习惯。通过迭代、递归、回溯等算法策略的学习，使学生初步掌握抽象与建模的

能力。通过结构体、枚举类型及数组、链表的学习，使学生初步理解什么是“数据结构+算法=程序”。提高程序设计类课程的教学质量，不仅可以使学生掌握扎实的编程基础，同时将有助于提高学生对实际问题进行求解的能力。

程序设计类课程都安排在大一年级，少数学生在高中阶段就已经接触到了某种编程语言，甚至有较强的编程能力，但绝大多数学生没有学习过计算机基础课程，更谈不上程序设计语言。大一阶段的学生还处于学习方法由高中应试学习向大学自主学习转变的过程中，同时期其他课程的考核体系还是以笔试为主，学生片面地认为只要读懂了课本，会拿笔做题，细扣语句、语法的细节就能学好程序设计课程，从而导致学生的实际动手编程能力普遍较弱，对于程序代码中出现的错误，更不会运用调试去解决。

在 OJ 上提交代码比纸质作业更容易抄袭，编程作业代码雷同现象频发。尽管很多老师为减少抄袭而采取了一些方法，给出了计算机程序作业出现抄袭现象的对策探索<sup>[1]</sup>，但更为重要的办法是识别出学习困难的学生<sup>[2]</sup>，从而有针对性地进行课业辅导。

\* 基金资助：本文得到教育部-百腾公司产学研合作协同育人项目资助。

### 3 基于 PTA 平台的教改实践

“拼题 A” ( Programming Teaching Assistant, 简称 PTA, <https://pintia.cn>) 是浙江大学推出的程序自动评测教学辅助平台。我校基于 PTA 平台实施了面向创新能力培养的程序设计类课程教学改革, 内容包括题库建设、教学方法教学模式改革、考核评价方式改革、以及对学生自创能力培养方式的改革。

#### 3.1 题库建设

题库建设是各类课程建设的基础, 对教学的过程性、结果性、综合性评价起到重要支撑作用, 是提高教学质量的重要教学资源。我们在 PTA 平台上已经建成 400 多道题目, 其中编程题 300+道, 函数题 100+道, 基本构成比例是 3: 1, 目前还在继续补充和优化题目。在题目的难度上、内容上区分了计算机专业和非计算机专业, 并且有针对性地设计符合专业特点及专业兴趣的题目。比如计算机专业有一题目是数组排序问题, 题目对内存有限制, 如果采用二维数组进行排序可以通过简单的测试用例, 若使用指针数据类型, 则可以通过全部测试用例, 但这个题目不适用于非计算机专业。类似这样的题目会针对非计算机专业做出相应的调整。

在程序设计类课程题库建设中最重要的是测试用例, 测试用例必须要给的全面, 要给够。题库的所有题目均经过了出题老师的严格测试, 测试用例一般有 10 多个, 复杂题目的测试用例多达 25 个, 目的是从各维度各角度测试学生代码的健壮性及逻辑问题。例如, 有一题是计算输入数据中偶数的个数, 输入数据以 -1 结束, 逻辑本身很简单, 用一个 while 循环即可解决。但有些学生将问题复杂化, 用了数组处理这个问题, 结果发现有一个测试用例始终不能通过, 显示段错误, 甚至将数组开到了 1000, 还是无法通过测试用例, 学生就很疑惑。其实这个测试用例的输入数据远远大于 1000, 学生因为将数组开的太大, 导致了栈溢出。通过解决这个典型的问题, 加深了学生对存储结构重要性的理解, 同时也让他们了解到课本上没有的数组与栈的关系, 在后期学递归函数时, 学生能更好地理解因写不好递归出口而造成的栈溢出问题。

此外, 在 PTA 平台的题库建设过程中, 注重了对学生个性化的培养, 为编程能力突出的学生提供了更广阔的探索问题的空间和展示创新能力的舞台, 比如题库有一些与 ACM 竞赛题目相类似的练习题和一些更有趣味性的题目, 鼓励学生挑战自己。

#### 3.2 教学方法改革

编程语言是一个工具, 必须强调实践教学, 让学生通过实践感受代码的执行, 学习各种调试技巧。程

序设计类课程教学, 最忌讳理论与实际脱节, 不能教学生如“茴”字有几种写法的知识, 而是要教会学生思考问题, 解决问题的方法, 从而提升学生的动手能力和创新能力。我们的教学以语言介绍为辅, 甚至不固定教材, 在学生理解记忆程序基本结构和语法的基础上, 采用实践化、实用化教学, 坚持学以致用, 强调上机调试技能, 灵活掌握编程技巧, 锻炼创新能力。课程教学不布置书面作业, 也没有笔答的试卷, 每周课后的作业练习、每月的月考、期末考试都是上机题目, 通过编程练习以及“以考带练”的方式完成程序设计类课程的教学。教学过程的第二周开始每周布置 5~7 道上机练习题, 每月进行上机月考, 课程教学共计 5 次上机编程考试。每次练习及考试都布置若干难度等级不同的编程题目, 其中的简单题目用于考察学生对基本算法的理解与编程, 难题相当于 ACM 竞赛的入门题目。每个编程题目安排多组测试用例, 每个测试用例的分值根据测试的难易程度有所区分。上机练习及考试均严格执行考教分离制度, 所有题目单独由教学经验丰富的老师出题, 在临考试前才发布题目的分享码, 真正达到了以考促学, 查缺补漏的目的, 确保了严格执行人才培养标准, 切实提高了人才培养质量:

#### 3.3 教学模式改革

试卷分析可为教师提供教学的得失分析和对学生获取知识优劣程度的评价, 并为改善、修正和调整教学目标提供方向性指标。上机练习和月考的目的是发现日常教学的不足, 借助于 PTA 平台提供的试卷分析和每题的提交结果统计图表, 教师可以及时了解学生对知识点的掌握情况, 从而有针对性地查缺补漏, 提升教学效果。

如 PTA 给出的 C 语言课程第一次作业的提交结果统计如图 1 所示。题目很简单, 但结果显示作业中表达式计算这个题目的得分率低, 其中测试用例 3 的出错人数最多。这个用例是计算两个数相除, 出现错误的原因是学生直接使用了两个整型数相除导致的输出错误。经过了这次练习和教师给学生的及时纠正, 后期在循环练习中出现习题  $1+1/2+1/3+1/4+\dots$  时, 再没有学生犯类似的错误了。学习基本数据类型时, 有一个浮点数运算的题目, PTA 统计结果显示编译错误很少, 但运行结果很多都是部分正确, 如图 2 所示。这个题目是关于浮点数是否相等的比较, 学生直接采用了“=”运算符, 虽然编译时没有语法问题, 但程序运行结果是错误的。我们上课时讲过浮点数的存储方式, 以及如何对浮点数进行相等比较的方法, 学生也都记住了, 但是不会用, 或者没有真正理解。实践证明, 通过练习及练习后及时的纠错, 确实能加深学生对知识点的理解并能熟练运用。

每经过 4 次作业练习后进行月考，月考共 5 道题目，考试时长 100 分钟。通过月考后的试卷分析，学生的成绩达到了教学要求，得到满分的同学占比提高

到近 35%，证明了我们的教学方法和教学模式的有效性。

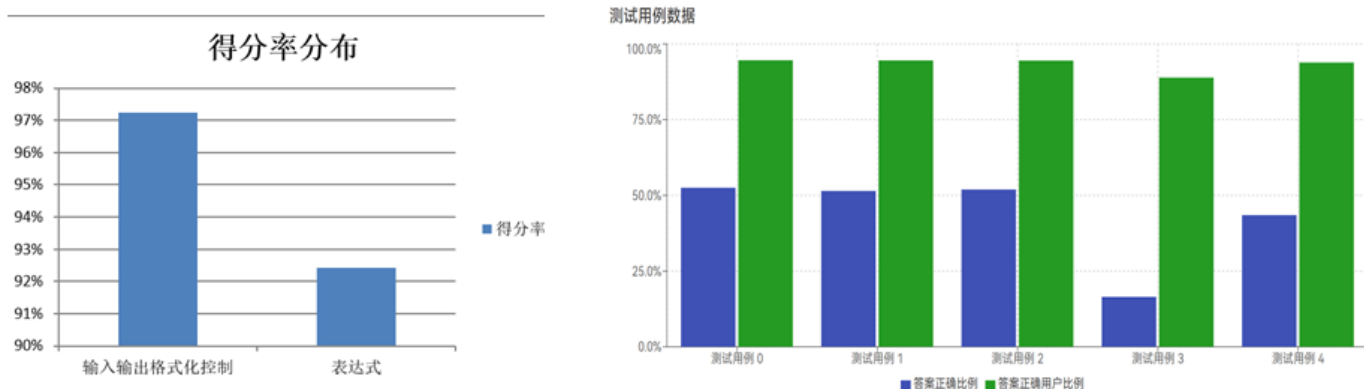


图 1 第一次作业的提交结果统计

答案错误总次数	1253
编译错误总次数	824
答案正确总次数	2087
段错误总次数	88
运行时错误总次数	69
部分正确总次数	4848
多种错误总次数	6
运行超时总次数	10
非零返回总次数	7

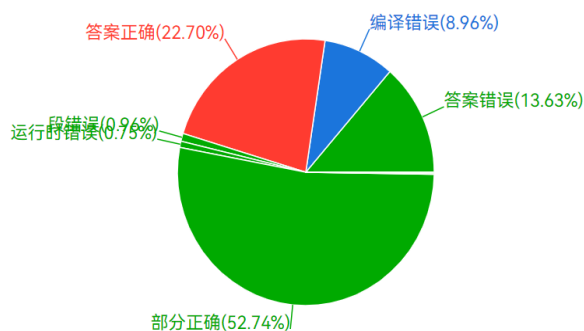


图 2 浮点数计算的提交结果统计

### 3.4 形成性考核

形成性考核是加强学生学习过程管理、深化考核方式的重要措施，对学生的自我检查、自我反思和自我提升有非常重要的作用。

程序设计类课程的形成性考核内容包括：上机作业、4 次月考、解题经验分享、代码点评、学习群为同学答疑，通过这五个环节完成对学习过程的全方位测评。为保证考试的公平公正，我校所有非计算机专业的程序设计课程在同一时间考试，每月在线考试人数近 900 人。由于学生人数众多，月考监考方式是教师在 OMS 系统进行线上监考，助教在教室和机房现场监考，这样可提高考试的严肃性，并充分杜绝学生作弊现象。考试评分规则没有采用一般 OJ 系统的 ICPC 方式，这种方式只有通过所有测试用例才能得分，导致有难度的题目会让很多学生得零分，打击了学生攻克难题的信心。因此评分采用按通过的测试用

例给分，这样可以出有难度的题目，编程能力强的学生通过全部测试得满分，而一般的学生通过几个测试用例，或通过简单一点的用例即可得到相应的分数，一方面提高了成绩的区分度，另一方面提高了学生的自信和学习积极性。通过解题经验分享环节，开拓了学生的解题思路，也锻炼了他们的表达能力，提升了学生的综合素质。通过代码点评环节的学生相互挑错，解决了编程不规范问题。在学习群的相互答疑，提高了学生对课程的学习热情和参与度，通过对他人代码的指正也加深了自己对知识的理解与运用。

### 3.5 培养自创能力

目前 OJ 系统都提供代码查重功能，但代码抄袭雷同的现象仍普遍存在，这种不良学风严重影响课程的教学质量，干扰了教师对教学效果的评判，课程改革必须注重对学生自创能力的培养。为了提高学生的创新能力，防止学生在平时上机练习时直接在网上搜索

答案,我们题库的题目都是老师自编题目,学生可以讨论但无法直接百度出答案。此外,还需要更有效的方法对学生的抄袭行为进行督察。

表 1 某次作业总体做题情况表

标号	标题	提交通过率
6-1	实验 6_1 递归求值一	66.05%
6-2	实验 6_2 递归求值二	53.65%
6-3	实验 6_3 递归求最大值	46.06%
6-4	实验 6_4 二进制转十进制	80.95%
6-5	实验 6_7 最大公约数	64.32%
6-6	实验 6_8 整数逆序输出	45.15%
6-7	实验 6_9 素数分解	25.65%

利用 OJ 系统提供的查重数据进行大数据学习算法,分析出抄袭路径,可以帮助教师有的放矢地调整教学重点,及时找到编程困难学生,并有针对性给与教学指导。尽快切断抄袭路径,可以防止抄袭行为再次发生,将有助于提高程序设计类课程的教学质量,保证课程评价的公正性。

我们基于 PTA 平台提供的查重结果数据构建了代码相似网络,通过节点中心性分析和社团发现算法,构建了学生学习数据的可信环境,完成了教学的真实反馈。通过找到代码影响力大的学生,以及代码抄袭的局部区域和传播路径,发现其中的抄袭路径及经常抄袭的学生,以便实施有针对性地进行监督检查。

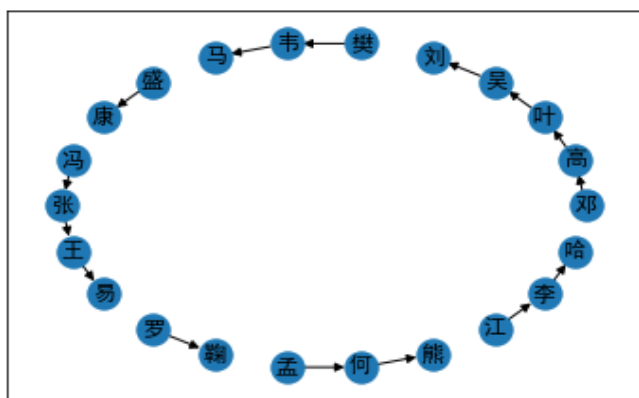


图 3 抄袭路径图

以某班级的第八次上机课后作业为例,该班级一共 137 人存在有效提交。这次作业中一共 7 道题,其中 6-1、6-2、6-3 是较为简单的题目,答案代码较短,学生的代码重复度都比较高。其他题目较为复杂,相对来说重复的可能性比较小。总体做题情况如表 1。经过对查重数据的聚类分析及数据可视化,将散点图可连接成一个无向图,再通过作业提交时间的先后顺序,可将无向图上的边形成有向边,构建出一个有向无环图,即本次作业的抄袭路径如图 3 所示,可以看到“邓”、“高”、“叶”、“吴”、“刘”同学存在一条抄袭路径,分析该路径所对应的代码查重结果可以看出,这几位同学提交的最难的 6-7 题代码重复率为 100%。

利用抄袭路径反映出的信息,找到抄袭的源头即可方便地切断抄袭链,同时抄袭路径为教师重点关注的学习困难学生提供了参考,可以有针对性地进行监督检查及辅导,最终达到全面提升教学质量,提高学生动手能力的目的。

## 4 结束语

计算机程序设计类课程大多采用自动评测系统进行上机练习和考试。本文总结了基于 PTA 平台进行教学改革五点尝试,实践证明对课程的教学质量起到了促进作用,可以提高学生的动手编程能力,并有效地解决了代码抄袭雷同问题。

## 参考文献

- [1] 陈文鹏,敬超,邱斌.网络提交的计算机程序作业出现抄袭现象的对策探索[J].科技视界,2018(36):84-86
- [2] 陈彤兵.程序设计课程中作业抄袭问题的防范[J].计算机教育,2017(2):4-6.
- [3] 孙笑微.基于 PTA 平台的数据采集与分析的混合式教学效果评价与研究[J].沈阳师范大学报,2021(4):370-374.
- [4] 窦燕,穆运峰,赵逢达.基于 CSP 和 PTA 的数据结构与算法课程设计策略[J].计算机教育,2021(6):73-77.
- [5] 宋建锋,苗启广,段若恒.基于代码查重系统的线上编程教学模式研究[J].教育现代化,2021(8):12-16.
- [6] 毛嘉莉,刘敏,董文,李明东.大数据时代软件人才培养新模式[J].计算机教育,2016(6):36-40