

北京大学程序在线评测系统及其应用

李文新, 郭 炜

(北京大学 信息科学技术学院, 北京 100871)

摘要: 北京大学程序在线评测系统(POJ)是为训练 ACM/ICPC 国际大学生程序设计竞赛北大代表队而设计开发的。在训练的过程中发现,该系统在大学生程序设计类课程的教学也能发挥重要作用,于是将其逐步引入相关课程的教学,革新了程序设计类课程的教学手段和考试办法,提高了学生的学习积极性,同时也在一定程度上抑制了学生在做编程作业时常见的抄袭现象。使用 POJ 进行辅助教学的课程包括《计算概论》,《程序设计实习》,《数据结构》,《问题求解与程序设计》等。POJ 是一个基于万维网的服务系统,其主要功能包括:用户注册和管理、题库管理、在线提交和实时评测、网上考试、讨论、邮件服务等。在网上布置作业题目,学生可以随时完成作业并提交获得评测,减轻了教员批改作业的负担同时增强了准确性。教员亦可在网上监督学生作业完成情况,并能就存在的问题进行解答。网上实时的编程考试,更能考察学生的动手能力,同时有助于威慑和杜绝作弊现象。为能够与兄弟院校分享笔者的教学改革成果,免费提供 POJ 系统下载软件。

关键词: 程序设计课程; 程序在线评测系统; 网上月赛; 题库; 考试

中图分类号: TP311; G642.0

文献标识码: A

Peking University Online Judge and Its Applications

Li Wen-xin, GUO Wei

(School of Information Science Technology, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: POJ (Peking University Online Judge) system is aiming at training the ACM/ICPC (Association of Computing Machinery/International Collegiate Programming Contest) PKU team members. The system functions include user management, task library, realtime submission and judgement, discussion board, email system. It can be widely used in programming related courses in helping with the homework remarking and online examination. In Peking University, POJ has been integrated in some courses such as 《Introduction to Computing》, 《C++ programming》, 《Data Structure and Algorithms》 and 《Problem solving and Programming》. Through POJ, the students may submit their homework at anytime and get prompt remark to their submissions. Professors can also watch the students behaviours on POJ and find out the most common problems with the students in learning. Taking exams on POJ makes the students try their best to improve their online programming techniques in stead of just remembering all the things. Meanwhile it is easier to find out similar programs so that less students copy their homework from others. POJ as a smart tool is a good helper in teaching programming.

Key words: programming; online judge; programming contest; task library; exam

引 言

2002 年,北京大学开始正式组队参加 ACM/ICPC 国际大学生程序设计竞赛。踌躇满志的北大学生

收稿日期: 2005-07-28

作者简介: 李文新, (1968), 女, 湖南宜章人, 北京大学副教授主要从事人工智能、模式识别、图像处理、生物特征识别研究, (Tel) 86-10-62753425-1 (E-mail) lwx@pku.edu.cn.

在参加了北京赛区、西安赛区、日本赛区的亚洲预选赛情绪低落。在3个赛区的最好成绩是第8名,明显落后于清华大学、上海交通大学、复旦大学、浙江大学、中山大学等兄弟院校。学生和老都感受到从未有过的压力。老队员应甫臣建议并最终开发了北京大学程序在线评测系统,为训练北大代表队提供了一个高效的平台。经过两年的努力,北京大学代表队最终跻身全球总决赛并获得铜牌。在这个过程中认识到:一项运动要达到较高水平需要有一个大的群众基础,同时受训练的启发,认为程序设计类课程也可以进行一些改革,以提高教学效果。于是笔者做了一些大胆的尝试,例如:在POJ上布置作业,学生可以根据自己的情况选择合适的时间完成作业,而任意时刻学生完成编程都可以瞬间得到评测;学生提交程序都保存在服务器上,同时记录了提交时间和所用机器IP,教员可以抽查作业,比较作业代码长度、代码的时间和空间效率等。能更好地发现作弊现象,同时也可以从错误的提交中察看学生常见的问题,以便在课堂上补充讲解;实行上机实时编程的考试办法,对学生完成情况 & 排名一目了然,最后成绩以排名为根据给出相对成绩,鼓励学生提高动手能力。

POJ系统陆续被《计算概论》、《问题求解与程序设计》、《数据结构》和《程序设计实习》课程所采用,在不同课程中扮演不同的角色。历年的国际大学生程序设计竞赛累积了大量的优秀练习题,经过适当筛选,可以作为很好的课程教学练习题。

POJ程序在线评测系统并不是北大独创的,国内外已有一些知名的类似网站,详细情况可参考文献中给出的网址。POJ有特色的方面主要表现在强有力搜索工具,可以方便用户找到有用的信息,用户提交过的程序全部备份并可以向用户再现(类似于存储服务),网上组织有奖月赛以吸引优秀选手共同切磋技艺等。另外,POJ的程序在线评测系统提供免费软件下载,供有兴趣的学校和个人提供该在线评测系统。

1 北京大学程序在线评测系统

POJ系统基本上为英文系统,面向全球提供全天24h服务,现有近14500道练习题,13000余用户。网址为: <http://acm.pku.edu.cn/JudgeOnline>。主要功能及界面介绍如下。

1.1 主界面

图1为POJ系统主界面。系统主要功能分为:用户管理和用户排名、题库管理和答案提交、在线比赛及成绩列表、在线讨论区、邮件管理系统等5大功能模块。

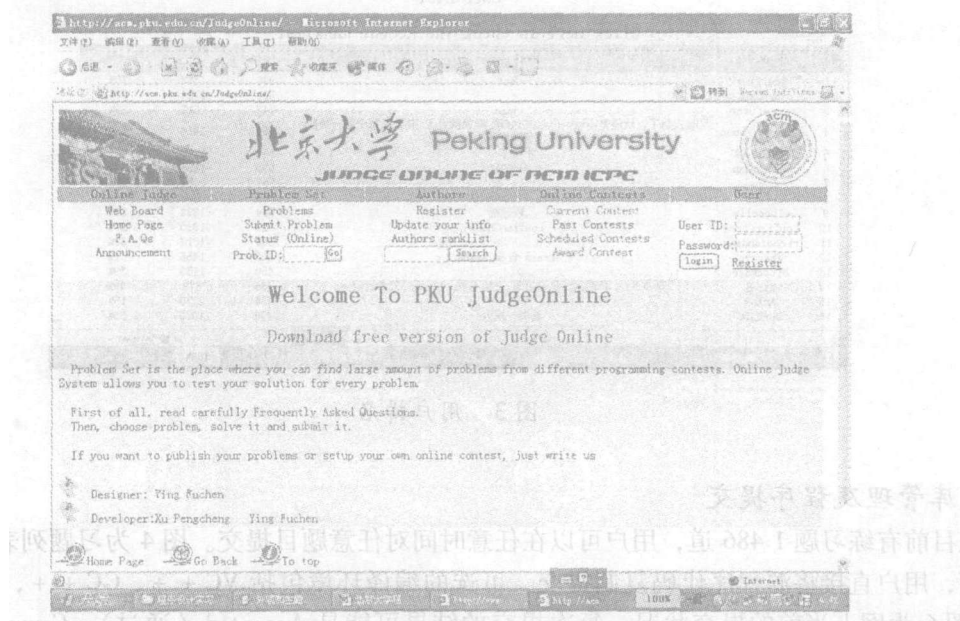


图1 POJ系统主界面

1.2 用户管理

系统提供了注册新用户(见图2)及更改用户信息的功能,并为每个用户维护提交的源程序。按通过程序数目和提交次数与通过题目数的比率,给所有用户排名(见图3)。系统目前注册的用户有13 328个(有些人多于一个账户)。

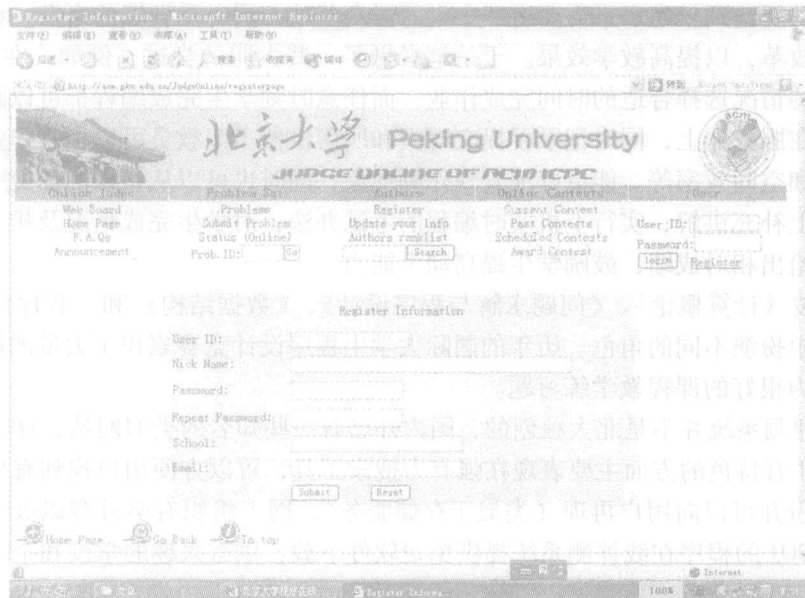


图2 用户注册界面

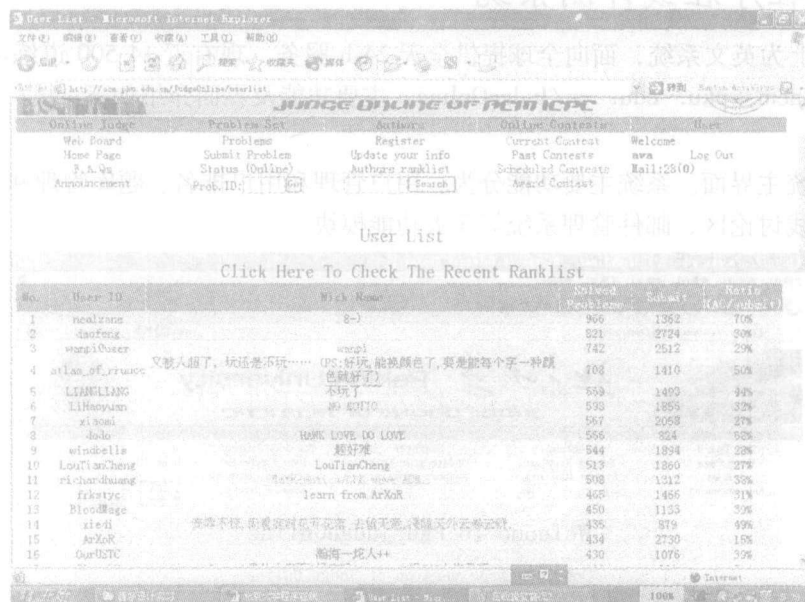


图3 用户排名

1.3 题库管理及程序提交

系统目前有练习题1 486道,用户可以在任意时间对任意题目提交。图4为习题列表,图5为程序提交界面,用户直接将源程序代码复制提交,可选的编译环境包括VC++,GCC++,GCC,C,Java,Pascal。图6为网上当前的提交状况,每次提交的结果可能是Accepted(通过)、Compile Error(编译错误)、Run Time Error(运行错)、Time Limit Exceeded(超时)、Memory Limit Exceeded(超内存)、Wrong Answer(答案错)、Format Error(格式错)。用户可根据不同的系统反馈,进一步修改程序直至

通过。

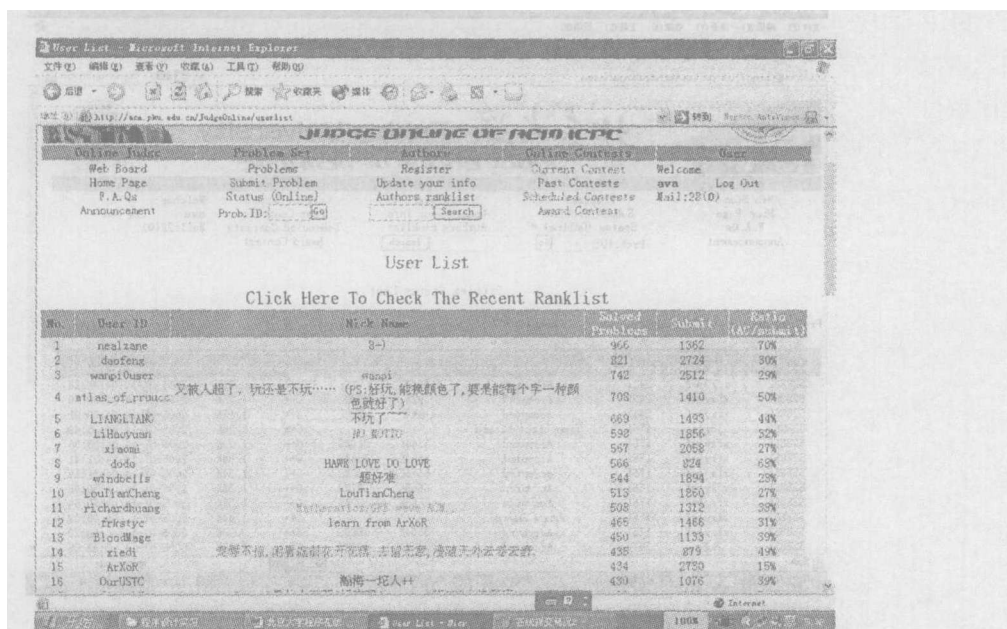


图4 POJ 题库

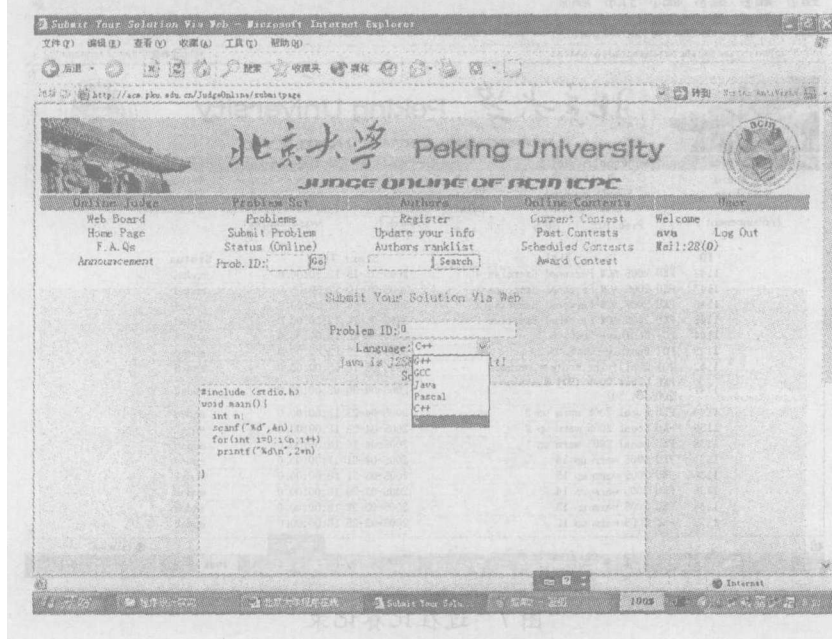


图5 POJ 答案提交界面

1.4 在线比赛及成绩列表

POJ 提供网上实时比赛功能,并不定期安排练习赛,定期安排有奖月赛。比赛排名规则与国际大学生程序设计竞赛排名规则相同,即先按通过的题目数排名,题目数相同的按通过题目所用的时间总数排名。该比赛系统也被用来做程序设计课程的考试。图7为历史上安排的网上比赛的记录,包括题目和排名。在比赛的成绩单中,给出了ID,通过题目数,所用时间,每道题目的通过时间及通过情况(是否多次提交通过)。

1.5 在线讨论区

用户可以在 POJ 上针对每个题目进行讨论,也可以将令自己困惑的源代码贴出来请人帮忙。图8为讨论区一角。

Problem Status List

Problem ID	User ID	Result	Memory	Time	Language	Code Length	Submit Time
528362	xfxyjwf	Accepted	532K	0MS	C++	0.97K	2005-07-14 04:44:16
528361	xfxyjwf	Accepted	92K	30MS	C++	1.15K	2005-07-14 04:38:58
528360	xfxyjwf	Accepted	100K	30MS	C++	1.15K	2005-07-14 04:33:21
528359	jdjoe	Time Limit Exceed			C++	2.23K	2005-07-14 04:33:49
528358	xfxyjwf	Accepted	3344K	919MS	C++	1.23K	2005-07-14 04:33:36
528357	xfxyjwf	Accepted	4484K	1362S	C++	1.34K	2005-07-14 04:31:41
528356	xfxyjwf	Accepted	6668K	1098S	C++	1.34K	2005-07-14 04:31:19
528355	xfxyjwf	Accepted	6668K	1378S	C++	1.58K	2005-07-14 04:30:48
528354	xfxyjwf	Accepted	6668K	1528S	C++	1.33K	2005-07-14 04:29:54
528353	xfxyjwf	Wrong Answer			C++	1.44K	2005-07-14 04:05:02
528352	xfxyjwf	Accepted	9504K	1628S	C++	2.86K	2005-07-14 04:00:22
528351	Saba	Accepted	18688K	2968S	C++	1.05K	2005-07-14 03:48:55

图 6 网上某一时刻用户提交情况

Contests

ID	Title	Start Time	Status
1149	PKU 2005 ACM Personal Exercise 4	2005-07-13 12:30:00.0	ended
1147	PKU 2005 ACM Personal Exercise 3	2005-07-10 12:30:00.0	ended
1146	PKU 2005 ACM Personal Exercise 2	2005-07-06 12:30:00.0	ended
1145	PKU 2005 ACM Personal Exercise 1	2005-06-25 12:30:00.0	ended
1144	POJ Monthly--2005.06.26	2005-06-26 12:00:00.0	ended
1143	POJ Monthly--2005.05.29	2005-05-29 12:00:00.0	ended
1142	IGI Qualifying contest warmup	2005-05-10 15:00:00.0	ended
1141	PKU Local 2005 (POJ Monthly--2005.04.30)	2005-04-30 02:00:00.0	ended
1140	PKU Local 2005 warm up 3	2005-04-23 18:00:00.0	ended
1139	PKU Local 2005 warm up 2	2005-04-22 18:00:00.0	ended
1137	PKU Local 2005 warm up 1	2005-04-16 18:00:00.0	ended
1137	PKU 2005 warm up 16	2005-04-01 17:30:00.0	ended
1136	PKU 2005 warm up 15	2005-03-31 16:00:00.0	ended
1135	PKU 2005 warm up 14	2005-03-29 18:00:00.0	ended
1134	PKU 2005 warm up 13	2005-03-27 16:00:00.0	ended
1133	PKU 2005 warm up 12	2005-03-25 18:00:00.0	ended

图 7 过往比赛记录

而导交对案答 1101 2 图

1.6 邮件管理

在 POJ 上为每个用户建立了一个邮箱, 用户之间可以互通邮件, 只要知道他人的 ID, 就可以发邮件请教或切磋。图 9 为某个账号的邮件列表界面。

2 POJ 在《计算概论》课课的应用

《计算概论》是信息科学技术学院的专业基础必修课, 也是全校的主干基础课。其主要内容除了包括计算机基本原理和基本理论、计算机发展历史及最新发展状况等知识性内容外, 有很大篇幅在以 C 语言为例讲高级程序设计基础。传统的 C 程序设计课程在布置学生写程序的作业时, 批改作业的工作量很大, 有时难免会出现错误, 并且批改的结果不能及时反馈给学生。也有一些学生心存侥幸, 复制他人作业, 希求蒙混过关。北大医学部的《计算概论》课程尝试使用 POJ 系统布置作业和安排期末考试。

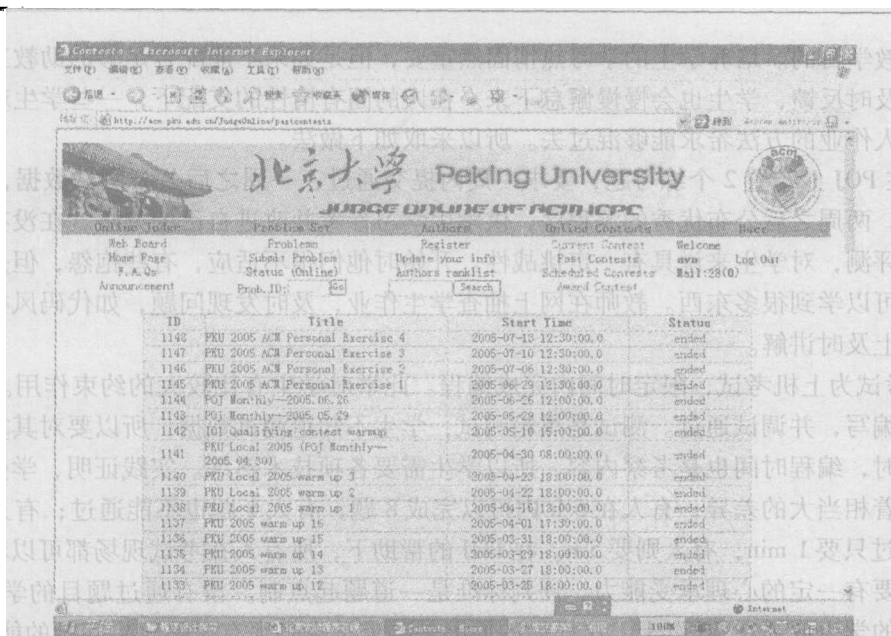


图8 POJ上的讨论区



图9 POJ某账户的邮件列表

两年实践的结果表明, POJ 能够很明显地提高学生的编程水平和动手能力。针对《计算概论》面对的是程序设计的初学者的特点, 精心选择了一些简单题目并将其布置成作业, 学生如在编程中有困难, 可以将自己的代码贴出来, 任课教师或辅导老师可以异地异步地进行解答, 省时而方便。任课教师也可以通过观察学生提交的正确的和错误的代码, 总结出一般性问题, 在随后的课堂上予以有针对性地讲解。考试的改革是一个比较大的举措, 上机考试真正考察了学生的动手能力, 给了学生较大的压力和动力。在最初的尝试中, 学生有些畏惧, 通过编程水平的提高, 慢慢地会将恐惧变成兴趣。而上机考试的方式也基本杜绝了抄袭等作弊现象, 最大限度地保证了考试的公正性。

3 POJ 在《程序设计实习》课程的应用

《程序设计实习》是信息科学技术学院的专业基础课。其主要内容是以 C++ 为例讲解面向对象的程序设计的基本概念和方法以及 C++ 的标准模板库。同时程序设计实习课也是一个需要动手做大量编程, 在实战中切实提高编程水平的基础课。该课的上机作业量很大, 如果没有切实可行的作业批改办

法,很难达到教学目的。培养学生的热情固然重要,但是如果不能配合足够的助教工作,对学生完成的作业给予及时反馈,学生也会慢慢懈怠下来。在人的固有惰性的支配下,一些学生难免滋生侥幸心理,以复制他人作业的方法希求能够混过去。所以采取如下做法。

1) 每周在 POJ 上布置 2 个练习题,要求一周内提交通过,一周之后公布测试数据,供没有调通的学生调试程序,两周之后公布优秀的源程序,供学生学习参考并改进自己的方法。在没有测试数据的前提下通过程序评测,对学生来说具有一定挑战性。开始时他们很不适应,有些抱怨,但是通过不断克服所犯的错误,可以学到很多东西。教师在网上抽查学生作业,及时发现问题,如代码风格,算法、实现手段等,在课上及时讲解。

2) 期中考试为上机考试,限定时间内完成编程。此举对学生有比较大的约束作用。学生必须完整地编写程序,并调试通过。测试是黑箱测试,学生不知道测试数据,所以要对其算法和程序有正确性论证。同时,编程时间也是考察内容,所以学生需要各项技术熟练。实践证明,学生在掌握编程这项技术时,有着相当大的差异,有人在 5 h 内可以完成 8 题,有人 1 题也不能通过;有人完成某个简单题从读题到通过只要 1 min,有人则要 5 h。在 POJ 的帮助下,所有人在考试现场都可以看到全部考生的表现,这就需要有一定的心理承受能力。评判标准是一道题起点制。没有通过题目的学生成绩为 0 分。至少通过 1 题的学生成绩在 60 以上。这样做的原因是要求学生必须有完整解决问题的能力。

3) 鼓励学生平时多做练习。POJ 上提供了大量优秀的题目,供有兴趣的学生做练习,提高自己的编程水平。

4 POJ 在《问题求解与程序设计》课程的应用

《问题求解与程序设计》是一门全校通选课,主要面对理科学科,如数学、物理、力学等系科,也包括信息专业学生。这门课程主要是为遴选 ACM 北大代表队并作预备训练开设的。所以课程内容比较难,作业量较大。一般会有很高(3/4)的淘汰率。课程的授课方式以教师讲解和学生做解体报告为主。最后获得成绩的学生都必须上台讲解解体报告。在这门课程,充分利用了 POJ 系统上的资源。

1) 学生做解题报告。学生可以根据自己的兴趣和实际水平,选择合适的题目,精心制作解题报告,向全班同学讲解。要求这些解题报告不能重复(也不能与历年的解题报告重复)。这样既锻炼了学生,也积累了大量的解题报告,供后面的教学使用。

2) 学生对 POJ 上的题目做分类。学生可以根据自己头脑中的概念体系,对做过的题目进行分类,一方面理清自己的思路,对所学过的知识有比较抽象的总结;另一方面,分类的结果对后续的教学也很有帮助。

3) 学生为 POJ 出题。选该门课程的学生被要求至少为 POJ 出一道题目并给出测试数据。由此可以换一个角度思考,更加理解考试的概念,明确掌握知识点关键部分。同时学生所出的题目也可以作为网上比赛的试题,充实和丰富 POJ 的题目。以上 3 点可以说是教学相长,学生和 POJ 相得益彰。当然,这门课程的全部考试内容都是网上实时进行的考试。例如,本学期选择北大校内赛作为期中考试,选择北大 5 月份的网上月赛作为期末考试,学生不仅可以看到自己与本班同学的差距,也可以看到自己与更多的学生之间的差距。当然因为最终获得学分的学生基本上是校内赛的佼佼者,这样的比赛对他们来说,兴奋多于恐惧。

5 总结及展望

POJ 系统是笔者自行开发的一套程序自动评测系统,北大为该系统的正常运行服务提供了硬件和网络资源的保障,所以它可以一天 24 h 不间断地为全球的程序爱好者提供服务。在北大,已有《计算概论》、《程序设计实习》、《数据结构》、《问题求解与程序设计》等多门课程使用 POJ 批改作业并进行网上实时上机考试。为了吸引更多的程序设计爱好者来本站切磋,北大出资在 POJ 上每月组织一次网上有奖月赛,并有酬征集比赛题目,希求全体用户共同提高和进步。在日益发挥 POJ 在教学中的重要作用过程中,也有很多兄弟院校的老师 and 同学提出了使用 POJ 系统的要求,因此,将 POJ 的运行软件放

在网上,供免费下载使用。任课教师可以根据实际情况,提供自己的 POJ 服务,加入自创的更贴近教学内容的练习题。对于不具备相应硬件条件的学校,POJ 也提供网上考试服务。在继 2004 年成功主办第 29 届 ACM/ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区预选赛之后,北京大学 2005 年 11 月 13 日仍将主办第 30 届 ACM/ICPC 国际大学生程序设计竞赛亚洲区预选赛,欢迎国内乃至亚洲的所有大学组队参赛。

参考文献:

- [1] POUCHER B W. ACM/ICPC 国际大学生程序设计竞赛主网站 [EB/OL]. <http://icpc.baylor.edu/icpc>, 2005-8-3.
- [2] 杜子德. 中国信息学奥赛官方网站 [EB/OL]. <http://www.noi.cn/>, 2005-8-3.
- [3] 应甫臣. 北京大学 acm/icpc 大学生程序设计竞赛网上评测系统 [EB/OL]. <http://acm.pku.edu.cn/JudgeOnline/>, 2005-8-3.
- [4] PIELE D. SA Computing Olympiad [EB/OL]. <http://oldweb.uwp.edu/academic/mathematics/usaco/>, 2005-8-3.
- [5] TRUU A. Baltic Olympiad in Informatics [EB/OL]. <http://www.ut.ee/boi/>, 2005-8-3.
- [6] JIANG H. Zhejiang University Judge Online System [EB/OL]. <http://acm.zju.edu.cn/>, 2005-8-3.
- [7] VICERRECTORADO D A. Valladolid Programming Contest Site [EB/OL]. <http://acm.uva.es>, 2005-8-3.

(Ed.: H)