

磨炼学生编程解决问题能力的程序设计系列实验课程

计算机科学技术学院 吴永辉

1. 项目的背景、目的与意义

1.1 项目背景

当前，一方面，程序设计技术已经成为信息社会的实现技术，程序设计类课程也从计算机专业的核心课程向全民素质转化；自从“hour of code”活动开展以来，世界上的发达国家，都从国家战略层面，对于程序设计的教育，给出对应措施和高额经费支持。在2020年12月9日，我国教育部官网发布了《关于政协十三届全国委员会第三次会议第3172号（教育类297号）提案答复的函》，针对全国政协委员提出的《关于稳步推动编程教育纳入我国基础教学体系，着力培养数字化人才的提案》，系统阐述了教育部对于程序设计教育展开的三方面的工作：“推动和规范编程教育发展”，“培养培训能够实施编程教育相关师资”，以及“将包括编程教育在内信息技术内容纳入到中小学相关课程”。另一方面，以深度学习为主流的人工智能（AI）迅猛发展，生成式人工智能大模型使得所有以工具为目的的人类职业，包括程序员，在肉眼可见的未来，将被AI技术所取代；教育也从知识传授为主向“知识传授+能力培养”转变；作为计算机教育基础的程序设计类课程，面临着严峻挑战：并不是不需要开发程序，而是在开发程序过程中大量的重复且规则性强的工作，将由AI来完成；因此，对于开发人员的能力，就有了更高的要求；而融入计算思维和数

学思维的编程解决问题能力的培养，也就成为计算机教育面向 AI 时代进行变革的切入点。

程序设计类课程包括程序设计语言、数据结构、算法设计与分析，以及作为其数学基础的集合论、图论，等等。在 1950 年代后期，高级程序设计语言出现并成为软件开发的主流语言。从那时到现在，程序设计类的教材、课程历经多年的建设，涌现出许多经典的教材和优秀的教学案例。目前的程序设计类的教材和课程的还是按传统的教学大纲，以传授知识为主；课程之间彼此相对独立，没有向学生展示课程间的有机联系；不能系统、全面地提高学生运用计算思维和数学思维编程解决问题的能力；因此，无法适应 AI 时代对计算机人才的培养要求。

ICPC 国际大学生程序设计竞赛（International Collegiate Programming Contest，简称 ICPC）源于 1970 年代，到 1980 年代中后期，ICPC 和中学生信息学奥赛走向成熟，成为“编程解决问题（Solving Problems by Programming）”的比赛。需求是发展之母，由于“编程解决问题”符合社会对于计算机人才的需求，所以，ICPC 迅速发展壮大，目前已经成为全球规模最大、影响最广的大学生程序设计竞赛，也是教育部认可的大学生竞赛之一。现在，每年来自全球 6 大洲的 115 个国家和地区、超过 3000 家大学的超过 50000 名大学生参加 ICPC 各级比赛，而每年 ICPC 现场赛超过 400 场。而且，在 ICPC 影响下，同类的“编程解决问题”竞赛，诸如中国大学生程序设计竞赛（CCPC），蓝桥杯信息与软件人才大赛，中国高校计算机大赛团体

程序设计天梯赛, 百度之星程序设计大赛, Google Code Jam, TopCoder Open Algorithm, Facebook Hacker Cup, Internet Problem Solving Contest (IPSC), 等等, 也纷纷涌现, 这些比赛在学生中也具有较大的影响。

程序设计竞赛发展数十年来, 累积了海量的试题。这些来自全球各地, 凝聚了无数命题者的心血和智慧的试题, 不仅可以用于程序设计竞赛选手的训练, 而且可以用于教学和实验, 系统、全面提高学生运用计算思维和数学思维编程解决问题的能力, 而这样的能力是 AI 时代对计算机人才所要求的能力。

1.2 项目目的

通过教材、课程建设, 构建一个以程序设计类课程的实验教改切入点, 以提高学生编程解决问题的能力为目标, 辐射全国程序设计教学和实验“1+M+N”的体系, 即 1 个程序设计类实验课程系列, 跨区域协同 M 所不同类型的高校 (从“双一流”院校到应用技术型院校的各个层次院校), 使得 N 位同学在学习中受益。

1.3 项目意义

开创了从程序设计类课程培养 AI 时代所需的计算机人才的一条新途径。

2. 项目的具体实施方法与过程。

2.1 教材建设

[1] “大学程序设计课程与竞赛训练教材”系列的《程序设计实践入门》、《数据结构编程实验》、《算法设计编程实验》, 均在台湾出版繁体版

[2] “大学程序设计课程与竞赛训练教材”系列，对2015年出版《程序设计解题策略》，进行脱胎换骨的改进，前半部分出版《数据结构解题策略》，后半部《算法设计解题策略》正在编写中。

[3]融合编程解决问题的计算思维和数学思维训练，出版《C语言程序设计》。

2.2 课程建设

2.2.1 申请人在复旦讲授的课程，同时向两岸四地直播，并在头歌回放：

[1]《数据结构编程实践》课程，《数据结构编程实验：大学程序设计课程与竞赛训练教材》（第3版）：

<https://www.educoder.net/paths/b54y3kof?userid=496137>

[2]《算法实践(2023)》，《算法设计编程实验：大学程序设计课程与竞赛训练教材》（第3版）：

<https://www.educoder.net/classrooms/9nhp8lk7?code=5H7NM>

[3]《集合与图论（2023）》：

<https://www.educoder.net/classrooms/ho74n9zu?code=T6LV4>

[4]《<程序设计>2023》，实验采用《程序设计实践入门》：

<https://www.educoder.net/classrooms/6beu7yfa?code=RQ4ZM>

2.2.2 申请人主讲的程序设计训练营：

[1]2022 夏令营：<https://www.educoder.net/paths/6k2u7iqy> 8174 人

[2]2023 冬令营：<https://www.educoder.net/paths/i8rvsefc> 1356 人

[3]2023 夏令营：<https://www.educoder.net/paths/kjvfxps8> 5605 人

[4]2024 冬令营: <https://www.educoder.net/paths/mf9ewr7h> 1515 人

[5]2024 夏令营: <https://www.educoder.net/paths/2phxtjbn> 5337 人

2.2.3 赴孟加拉、马来西亚讲学

孟加拉程序设计训练营和研讨会: <https://icpc.bubt.edu.bd/camp/> ,
<https://icpc.bubt.edu.bd/seminar/> .

马来西亚程序设计训练营和研讨会:

<https://kulliyah.iium.edu.my/kict/2023/12/01/competitive-programming-training-camp-on-2-3rd-dec-2023/> ,

<https://kulliyah.iium.edu.my/kict/2023/12/01/seminar-for-academic-staff-on-competitive-programming-teaching-and-learning-approach/>

3.项目的主要成果、成效与价值

3.1 教材

[1] 吴永辉,周娟.C 语言程序设计.西安电子科技大学出版社.2024。

ISBN: 978-7-5606-7260-1。

[2] 吴永辉,王建德。数据结构解题策略: 大学程序设计课程与竞赛训练教材。机械工业出版社。2023。ISBN: 9787111733089。

[3] 吴永辉,王建德。提升程式設計的運算思維力 第二版 | 國際程式設計競賽之演算法原理、題型、解題技巧與重點解析。ISBN: 9786263243965。碁峰。2023。

[4] 吴永辉,王建德。提升程式設計的資料結構力 第三版 | 國際程式設計競賽之資料結構原理、題型、解題技巧與重點解析。ISBN: 9786263243743。碁峰。2023。

[5] 周娟, 吳永輝。提升程式設計力 | 國際程式設計競賽精選解題解析。ISBN: 9786263242371。碁峰。2022。

3.2 教学论文

[1] Yonghui Wu. Improving Programming Education Based on Programming Contest Problems: The Algorithm Implementation for the Constructive Proof of Euler Graph[C]. Proceedings of The Fifth International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI 2023, <http://2023.csei-conf.org>), Springer.

[2] Yonghui Wu. Promoting Students' Programming Skills in Constructions for Teaching Materials and Curriculums: Experiments for Comprehensive Application of Programming Methods[C]. Proceedings of 2022 Global Conference on Robotics, Artificial Intelligence and Information Technology (GCRAIT). IEEE CPS. 2022: 770-773. eCF Paper Id: 1661398181899.

Pages:, DOI Bookmark: 10.1109/GCRAIT55928.2022.00165

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9898297>

[3] 吳永輝。基于“编程解决问题”的程序设计语言实验——以程序设计方法的综合应用为例[J]。计算机技术与教育学报, 2022, 10(4), 56-60。

http://www.csteic.org/poster/web/viewer.html?file=202210V10N4/202210V10N4_12.pdf

[4] 吳永輝。《集合与图论》的联合实验课程——以欧拉图构造性证明的算法实现为例[J]。计算机技术与教育学报, 2022, 10(5), 131-135。

http://www.csteic.org/poster/web/viewer.html?file=202211V10N5/202211V10N5_24.pdf

[5] 吴永辉, 周娟, 彭胜龙。“编程解决问题”的程序设计类教材、课程、跨校跨区域教学实验体系的建设。2024 年中国高校计算机教育大会, 二等奖论文。2024。

3.3 奖项

[1] 《“编程解决问题”的程序设计类教材、课程、跨校跨区域教学实验体系的建设》, 2024 年中国高校计算机教育大会, 二等奖论文。2024。

[2] 《跨校、跨区域程序设计技术实践基地》, CIE2023 第 5 届中国 IT 教育论坛暨《计算机教育》杂志社创刊 20 周年纪念大会, 贡献案例奖, 2023 年。

[3] 欧拉图的构造性证明与算法实现, CCF 中国软件大会 2023, 优秀案例。

[4] “《程序设计》实验课程线上线下混合式教学的研究与实现”, 全国高等院校计算机基础教育研究会, 计算机基础教育教学研究优秀课题, 2024。

3.4 教学类会议主题演讲

[1]2022 年 6 月 19 日, “程序设计课程虚拟教研室”研讨会, 电子科技大学, 基于程序设计竞赛的程序设计实验教材、课程和教学实验体系建设, 主题报告。

[2]2022年8月3日，教育部-华为“智能基座”虚拟教研室试点建设工作研讨会，教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会、高等教育出版社、华为技术有限公司，《基于程序设计竞赛的课程、跨校教学体系的建设与华为合作的研讨》，主题报告。

[3]2022年9月25日，教育部-华为“智能基座”鲲鹏计算机系统能力培养课程群虚拟教研室“基于系统能力培养的程序设计课程教学研讨”，湖南大学，《教育部-华为“智能基座”虚拟教研室体系下的编程教育》，主题报告。

[4]2022年10月21日，“海韵听涛”虚拟教研室专家论坛暨厦门大学课程思政示范专业建设项目（软件工程）专题讲座，教育部-华为“智能基座”软件工程课程群虚拟教研室，厦门大学信息学院，《基于编程解决问题能力培养的教材建设、课程建设和跨校跨区域的教学实验体系建设》，主题报告。

[5]2022年12月15日，教育部-华为“智能基座”程序设计课程虚拟教研室（电子科技大学）12月研讨会，电子科技大学，《“集合与图论”的联合实验课程——以欧拉图构造性证明的算法实现为例》，主题报告（案例分享）。

[6]2023年5月28日，全国高等院校计算机基础教育研究会教育信息化专业委员会2022、2023年学术年会，全国高等院校计算机基础教育研究会，《基于信息化技术的跨校程序实践基地》，大会报告。

[7]2023年11月12日，CIE 2023第5届中国IT教育论坛暨《计算机教育》杂志创刊20周年大会，《融合计算思维和数学思维能力训

练的程序设计教材、课程、跨区域的教学实验体系》，大会报告。主持“AI时代程序设计教育教学变革”论坛。

[8]2024年7月13日，2024年中国高校计算机教育大会，分论坛6：数字素养、技能、领导力——提升数字人才核心能力，报告“国际-国内联动，培养AI时代的编程人才”

4.项目研究或实践工作中的困难、问题和建议；下一步进行研究与实践的思路。

一方面，就是更加系统、全面地提高学生编程解决问题的能力，更好地培养适应AI时代的计算机人才。在教材建设方面，完成《算法设计解题策略》，以全面完成“大学程序设计课程与竞赛训练教材”系列；全面建设最新版和英文版教材。在课程建设方面，依托信息化技术，在已有的录屏版课程和境外讲学的基础上，建设线上精品课程和英文版课程。并在此基础上，将我们的教材、课程、教学实验体系不仅全面走向全国，而且走向世界。另一方面，将我们的工作和相关项目的支持下，对内，作为教育部-华为“智能基座”虚拟教研室的工作，主动对接教育部发展战略；对外，作为“一带一路”的工作，主动对接国家的发展战略。