

# 以计算思维为导向的程序设计基础课程教学研究

杨 梅, 王 杨

(西南石油大学 计算机科学学院, 四川 成都 610500)

**摘 要:** 针对目前大部分大学程序设计基础教学仍停留在传统教学模式的问题, 提出以计算思维为导向的教学方法和模式, 阐述以计算学科基本问题为导向、以经典案例为基础、以多层次教学体系为依托、以灵活有效的教学模式和教学方法为辅助手段、以科学的考评机制为保障、以赛促学为升华的教学实施体系, 以求达到计算思维能力培养与训练的教学目标要求。

**关键词:** 计算思维; 程序设计基础; 教学体系

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2015.16.025

## 0 引 言

2006 年 3 月, 美国卡内基·梅隆大学的周以真 (Jeannette M. Wing) 教授提出了“计算思维”的概念和详细定义: 计算思维就是通过约简、嵌入、转化和仿真的方法, 把一个看来困难的问题重新阐述成一个我们知道怎样解决的问题, 它代表着一种普遍的认识和一类普适的技能, 每一个人, 不仅仅是计算机科学家, 都应热心于它的学习和运用<sup>[1]</sup>。2010 年, 《九校联盟 (C9) 计算机基础教学发展战略联合声明》强调: 计算机基础教学是培养大学生综合素质和创新能力不可或缺的重要环节, 是培养复合型创新人才的重要组成部分, 应旗帜鲜明地把“计算思维能力的培养”作为计算机基础教学的核心任务<sup>[2]</sup>。

然而, 在大学计算机基础课程的教学中出现了一些问题, 主要是“狭义工具论”的问题, 这会使学生对计算学科的认识淡化, 无助于计算技术中最重要核心思想与方法的掌握<sup>[3]</sup>。中国科学院信息领域战略研究组撰写的《中国至 2050 年信息科技发展路线图》指出: 计算思维的培育是克服“狭义工具论”的有效途径, 是解决其他信息科技难题的基础<sup>[4]</sup>。随着中国学者和美国学

者的共同关注, 计算思维的力量正在随着计算机速度的快速增长而被加速地放大<sup>[3]</sup>, 大学计算机课程已经以培养计算思维能力为核心进行课程改革<sup>[5-8]</sup>, 并将其融入教学的各个环节中, 进一步提升大学生的综合素质和能力<sup>[9]</sup>。

“程序设计基础”是大学计算机基础教学体系的重要组成部分, 尽管计算思维不仅仅是程序设计, 但计算思维最终需要程序设计去实现, 其是计算思维教学的重点<sup>[10]</sup>。如何在程序设计课程中培养学生的计算思维能力, 使其理解程序设计思想, 能够通过“抽象、分析和模拟”等手段解决实际问题, 是程序设计基础课程的培养目标。

## 1 构建以课程为载体, 计算思维为核心的多层次教学实施体系

程序设计基础课程的教学内容包含: 算法、程序设计语言和编程<sup>[10]</sup>。算法是解决问题的方法, 是计算技术的核心思想; 程序设计语言是实现算法的工具; 编程是实现算法的具体过程。因此, 在程序设计基础课程教学中, 算法及其实现应是计算思维能力培养的重点。

程序设计基础课程面向全校各专业开设, 须

基金项目: “教育部高等教育司—微软公司”2014 年校企合作专业综合改革项目“以计算思维能力培养为导向的计算机公共基础课程教学模式的研究与实践”专项资助项目 (2014MOEMSC01119)。

第一作者简介: 杨梅, 女, 讲师, 研究方向为数据挖掘、智能控制, 961135186@qq.com。

从因材施教的原则出发, 建立一套适合不同专业、不同层次学生的课程实施体系, 分层次培养和锻炼计算思维能力, 具体方案如下:

第 1 层次: 课堂教学是整个教学活动的基石, 经典的教学案例配合一套有效实施的教学模式和方法, 作为计算思维活动的第一层渗透;

第 2 层次: 建设必修实验项目库, 题目设计以多样化和简单有趣为原则, 如课堂经典案例的延伸和优化、生活常见问题求解等;

第 3 层次: 建设开放实验项目库, 学生限量必修部分实验项目。项目题目的设置从学生兴趣点、专业特点等角度出发, 从难度、代码量、项目综合性等方面整合考虑;

第 4 层次: 创建以赛促学, 以学促赛的良好氛围, 全面开展校级第二课堂, 并遴选学生参加校外学科竞赛。

以计算思维为导向的程序设计基础课多层次实施体系, 既可以使大学生具备计算思维的基本技能, 又可以让来自不同专业背景、拥有不同兴趣爱好、处于不同能力层次的学生进行充分锻炼, 是培养复合型创新人才的较好途径。

## 2 程序设计基础课堂教学

### 2.1 以一门开发语言为主, 多种开发语言和工具为补充

程序设计课程均以一门程序设计语言作为学生的入门课程, 好处是对教学双方都相对简单容易, 但纯粹停留在一门语言的教学有“只见树木不见森林”之感, 极易使学生认为一门开发语言和一个开发工具就是计算机编程。

在教学实施中, 可以建立以一门程序设计语言为主, 多种开发语言和工具为补充的教学模式, 以 C 语言程序设计课程为例: 选择经典教学案例, 抽象问题, 分析确定算法; 在不涉及任何代码的前提下, 采用如 scratch 等脚本语言工具模拟问题, 体现计算机求解问题的思想和方法; 进而用 C 语言编程, 实现算法与具体代码的转

换; 最后从扩展的角度出发, 选取一两门其他主流的编程语言, 框架式地展示不同开发语言和工具实现同一算法的异同, 从而强调程序设计课的核心是计算思维能力的培养, 而不应拘泥于某种语言和工具。其教学框架结构如图 1 所示。

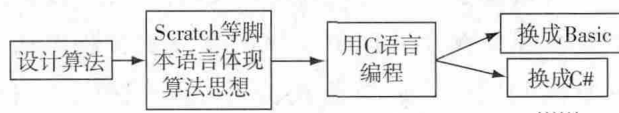


图 1 C 语言程序设计教学框架

### 2.2 多样化教学方法和手段, 促进计算思维“落地”

#### 2.2.1 切忌过分强调语法, 加强程序调试能力训练

不同的程序设计语言有不同的语法要求, 刚入门的学生极易因为语法错误而产生编程挫败感, 但很多教师包括教材存在过分注重语法的情况, 比如在 C 语言程序设计课程上, 对于运算符的使用、输入输出函数的调用方法和格式控制符等, 均投入大量课堂教学时间, 然而教学效果却通常事与愿违。一方面, 填鸭式教学使得学生缺乏体验, 难以形成自己的理解; 另一方面, 学生全靠对语法的记忆来进行程序设计, 违背了学习程序设计的正常轨迹, 更无法解决程序设计中的所有错误(如: 算法本身的设计缺陷), 这显然与计算思维能力的培养背道而驰。

因此, “授人鱼不如授人渔”, 加强程序调试能力的训练, 让学生自行发现并解决错误, 可以有效避免过分注重语法的现状。比如: 教师在编写代码时故意犯一些语法、算法上的错误, 学生会带着好奇心和教师一起调试查找, 由此加深对语法的理解; 将学生提交的典型错误程序作为案例, 让学生调试, 提高其成就感; 减少或尽量避免使用输出函数, 而用调试工具观察运行结果等, 由此加强学生的课堂参与度, 训练学生对程序设计本身的理解。

#### 2.2.2 基于 MOOC 平台的“翻转课堂”

程序设计课程的普遍教学现状是“教师满堂

讲,学生选择听”,给出命题、分析算法、编程实现的过程均由教师完成,或简单穿插设问来互动,这通常难以调动学生课堂参与的积极性,极易禁锢学生的思想,不利于其主动参与到计算思维的学习中。

引入基于 MOOC 平台的“翻转课堂”教学模式,部分教学内容在 MOOC 上完成,腾出的课堂时间用于开展讨论式、互动式、探究式教学,使学生成为课堂的主体,有助于发挥其主观能动性。比如:教师选择知识点,让学生课下自行在 MOOC 上学习,并设置与其相关的问题,课堂上集中讨论和解答以检验学习效果;将重要的知识点制作成 flash 动画、教师微视频等投放到网络平台上,以便学生课后反复学习;适当使用 ACM 在线评测系统,把学生放到更广泛的平台上进行思维训练;给出一个命题,让学生分组讨论、设计算法,讲解算法思想,用一个(或多个)程序设计语言来编程实现并调试运行;对各组的算法和实现方法进行分析和点评,使学生理解——一个问题的计算机求解方法不是唯一的,但不同的方法有其利弊;课前给学生一个较大的程序设计题目,从工程的角度对该程序划分模块,让各小组学生分配其中一个功能模块,自行学习并查阅资料,课堂上则以小组汇报的形式,让学生到讲台完成本模块的实现,经过集中讨论和修改后,由学生将各小组的模块汇总成主程序,完成整个题目的实现。

“翻转课堂”的教学模式,讨论、互动的教学方法,丰富的教学组织形式,使学生从被动听课转变为课堂教学活动推进的主导者,这样互动的,活跃的,充满讨论、碰撞和探索的课堂,既保障了以计算思维为导向的程序设计课程的教学效果,又调动了学生参与学习的积极性,锻炼了团队协作能力,可谓一举多得,对于推动计算思维能力的培养具有举足轻重的作用。

### 2.2.3 构建教学案例

恰当、有趣、有针对性的典型教学案例是教学活动的纽带。目前程序设计教材所列例题大都

为纯粹的数学类问题,有枯燥乏味之感。设计一些面向工程应用,能激发学生兴趣解决其专业领域问题的教学案例,“通过简约、嵌入、转化和仿真的方法,把一个看似困难的问题重新阐述成一个我们知道怎样解的问题”<sup>[1]</sup>,才能提高学生的学习兴趣。该类案例的设计要注意几个方面:案例应来源于工程应用,或生活实际,或将数学问题赋予场景,以增强其实用性、趣味性;能用清晰简短的语言进行描述,易于学生理解,可以清晰转化为能利用计算机求解的问题,比如猜数字、学分绩点排序、两个数的四则运算、密码验证等。

## 3 程序设计实践教学

程序设计课具有很强的实践性,从算法分析到程序实现,必须通过实践操作才能加深理解。针对学生的共性和个性,可将实践教学分为2个环节——建设必修实验项目和开放实验库;建立梯度机制,促使计算思维内化。

按章节设置实验项目库,其构建原则与构建课堂教学案例的原则一致。由学生自主选题,完成教学大纲对每个知识章节的要求,使得学生能够自己发现问题、提出问题和分析问题,完成课程中应该掌握知识点的相关实验<sup>[1]</sup>,深入理解其具体应用方法。

在必修实验项目基础上,建设跨章节内容的综合实验项目库,由学生自选1~2个题目完成。题目设计可从不同角度考虑:难易度、综合度、代码量、日常学习生活问题求解、与专业背景结合的命题等。比如,将“两个数的四则运算”延伸为“运算式的四则运算”,进而实现功能较全的计算器;将“猜数字程序”延伸为“猜商品价格游戏”;将“学分绩点排序”延伸为“班级学生信息综合管理系统”等。设置以专业为背景的工程类项目,比如:针对石油工程相关专业学生的油田信息管理系统,针对地球科学相关专业学生,围绕地理环境信息进行采集、存储、检索、



分析和显示的一些小项目,针对电子信息专业学生的如红外数据的识别算法等。把这些对学生来说看似复杂的问题,分解成一个个小项目,引导其自顶向下分析问题,形成解决方案,进而用编程语言来实现。

#### 4 以赛促学,以学促赛

让学生参加学科竞赛可以促使其计算思维能力进一步内化和升华。创建校级第二课堂品牌活动,面向全校的不同专业,设置多个参赛主题,搭建一个参与范围广、氛围活跃、计算技术创新思想百花齐放的交流平台,通过程序设计的过程使其更深入理解计算科学的核心思想和方法,提升解决实际问题的能力;从第二课堂活动中遴选计算思维独特、敢于创新、拥有热情的学生及其作品,配以指导老师,进一步优化作品,并参加校外各个层面的竞赛,让学生在更大的平台进行交流、学习、锻炼和提高,这对于帮助学生消除知识融合障碍,在全校范围内倡导计算思维的常态化具有促进作用,进而达到以赛促学、以学促赛的良性循环。《“微大学”校园生活服务平台》《基于不确定性推理的油气储层保护专家系统》等都是近两年学生在开放实验、第二课堂基础上完成的参赛作品,并取得了良好成绩。

#### 5 合理的考评机制

探索学习效果跟踪机制,形成课堂评价、实验项目评教、网络学习评教、第二课堂评价及结业考试评价的综合性全程式考评机制,实现课程“单一评价方式”向“多元评价方式”转变;引进技术先进的在线考试系统,支持丰富多样的考试题型,支持课程作业和实验的自动评测,实现课程教学过程的动态评价体系,以适应面向计算思维能力训练的考查特点,保障程序设计基础课程实施体系的有效落实,从而满足计算思维能力培养与训练的教学目标要求。

#### 6 结 语

如何把授课的基本出发点从语言学习转变为程序设计思想的学习,是探究“计算思维方式训练”的教学重点。本文提出的以计算学科基本问题为导向的一整套教学方法和模式,是消除知识融合障碍,着力培养计算思维能力以满足程序设计基础教学核心任务的有效途径。当然,计算思维的教学改革不是一门课程的改革,它是一个联动工程,如何在整个公共基础课程教学和后继课程中联动实施,是一项工作量巨大的系统工程,面临着巨大的机遇和挑战,需要教育工作者不断学习、研究、探索和实践<sup>[3]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] Wing J M. Computational thinking[J]. Communication of the ACM, 2006,49(3): 33-35.
- [2] 佚名. 九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明[J]. 中国大学教学, 2010(9): 4,9.
- [3] 陈国良, 董荣胜. 计算机思维与大学计算机基础教育[J]. 中国大学教育, 2011(1): 7-10.
- [4] 中国科学院信息领域战略研究组. 中国至2050年信息科技发展路线图[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 46-54.
- [5] 董荣胜. 计算思维与计算机导论[J]. 计算机科学, 2009(4): 50-52.
- [6] 何钦铭, 陆汉权, 冯博琴. 计算机基础教学的核心任务是计算思维能力的培养:《九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明》解读[J]. 中国大学教学, 2010(9): 5-9.
- [7] 董荣胜. 《九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明》呼唤教育的转型[J]. 中国大学教学, 2010(10): 14-15.
- [8] 金莹, 陶焱. 计算机应用与计算思维关系探究[J]. 计算机教育, 2014(21): 72-74.
- [9] 朱鸣华, 赵铭伟, 赵晶, 等. 计算机基础教学中计算思维培养的探讨[J]. 中国大学教学, 2012(3): 33-35.
- [10] 龚沛曾, 杨志强. 大学计算机基础教学中的计算思维培养[J]. 中国大学教学, 2012(5): 51-54.
- [11] 刘昕. 以问题为中心加强计算思维培养[J]. 当代教育科学, 2014(7): 60-62.

(编辑: 杨 涛)