

Exploration of Hybrid Practical Teaching of Data Structure under the Background of New Engineering

Cuihua Zuo Yaqin Li

School of Mathematics and Computer Science, Wuhan Polytechnic University, Wuhan, Hubei, 430048, China

Abstract

To cultivate innovative talents in computer science under the “new engineering” background, we aim to construct a data structure practical teaching scheme that can efficiently play the role of practical teaching, enabling students to better master data structure knowledge and possess the basic thinking ability to solve problems by programming with data structures and algorithms. An online-offline blended practical teaching model is adopted to provide students with more abundant practical teaching resources and more flexible practical teaching methods. The theoretical basis is mainly based on the constructivist learning theory, which emphasizes that learning is a process in which students actively construct knowledge, and the blended practical teaching model is precisely based on this concept. In the implementation process of practical teaching, we respect the individual differences of students, integrate disciplinary competition knowledge, take students as the center, guide students to think about problems step by step, stimulate students' programming interest, improve students' innovative thinking ability, exercise students' hands-on practical ability, and promote the orderly progress of practical teaching of the data structure course.

Keywords

Data Structure; Practice Teaching; Subject Contest

新工科背景下数据结构混合式实践教学探索

左翠华 李雅琴

武汉轻工大学数学与计算机学院, 中国·湖北 武汉 430048

摘要

为培养“新工科”背景下计算机专业的创新人才, 寻求构建一种能够高效发挥实践教学作用的数据结构实践教学方案, 使学生更好地掌握数据结构知识、具备运用数据结构和算法编程解决问题的能力。采用线上线下混合式实践教学模式, 为学生提供更为丰富的实践教学资源和更为灵活的实践教学方式。理论依据主要基于建构主义学习理论, 它强调学习是学生主动建构知识的过程, 而混合式实践教学模式正是基于这一理念。在实践教学实施过程中, 尊重学生个体的差异性, 融入学科竞赛知识, 以学生为中心, 引导学生逐级思考问题、激发学生的编程兴趣、提高学生创新思维能力、锻炼学生动手实践能力, 推动数据结构课程的实践教学有序进行。

关键词

数据结构; 实践教学; 学科竞赛

1 实践教学背景

为积极响应“中国制造2025”等国家战略部署, 教育部基于“卓越工程师教育培养计划”(简称“卓越计划”)积累的工程教育改革成果, 启动“卓越计划”的升级工程——“新工科”建设。新工科建设对学科专业建设提出了全新的要求, 强调学科发展方向需要从单纯的适应产业需

求, 转变为满足当下产业需求与引领未来发展相并重。在改革内涵层面, 工程教育的创新边界被进一步拓展, 不仅深入到了多学科交叉融合领域, 更上升到了国家战略与未来发展的高度。以此为指引, “卓越计划”得以在全新的理念与更广阔的视野下持续深化推进。李华等人《新工科: 形态、内涵与方向》一文认为“新工科”具有新理念、新模式、新技术几个特征, 新理念是在落实立德树人根本任务的基础上, 加强解决工程问题的能力, 它强调的是培养学生的批判性思维、创新能力和合作精神; 新模式是指在不同研究或应用领域中, 由于市场需求变化、社会结构调整或技术创新等因素推动形成的系统性创新运作方式。天津大学原校长、教育部副部长钟登华《新工科建设的内涵与行动》一文认为“新工科”要以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途

【基金项目】2024年武汉轻工大学揭榜制教学研究项目“教育数字化背景下高校混合式课程教学模式探究”(项目编号: XJ2024003)。

【作者简介】左翠华(1982-), 女, 中国湖北仙桃人, 博士, 讲师, 从事联邦学习研究。

径,培养未来具有战略型、创新性、系统化、开放式特征的多元化、创新型卓越工程人才概括起来,为契合“中国制造2025”国家战略发展需求,“新工科”作为高等教育领域的创新性改革实践,聚焦于培养具备广阔行业视野、突出创新思维及复杂工程问题解决能力的复合型工科专业人才。

因此,在“新工科”建设背景下,计算机类专业人才需兼具突出的实践能力与创新能力。由于创新能力的培养植根于实践活动,强化实践能力培养已成为计算机专业新工科建设的核心要素。在数据结构课程的实践教学,需充分考量新工科人才培养面临的全新挑战,重点开展教学思维与方法的改革研究。作为侧重学生实践能力培养的专业核心课程,推进数据结构课程实践教学改革势在必行。这一改革将紧密对接新工科对信息类人才的培养需求,着力造就思维敏捷、逻辑缜密、兼具创新活力与前沿视野的高素质专业人才。

2 实践教学改革设计

2.1 实践教学中的问题

数据结构作为一门计算机专业的核心基础课,其理论和实践性都很强。传统的实践教学方法存在着很多的不足,主要包括以下几个方面:

①学时设置不充足。数据结构在本院开设了64学时,其中实验教学16个学时,理论教学48个学时。针对本院学生的基础而言,是严重不足的。因为数据结构课程具有知识繁杂、理论抽象、算法难度较大等特点,这样的学时设置更偏重于理论教学,在算法设计能力与实际工程应用能力的培养上,对学生的训练存在显著不足,这与新工科背景下计算机专业人才的培养要求明显不符。

②教学方式不合理。理论教学和实践教学有点脱节,课堂进行理论教学,实验室进行实践教学,很难做到理论教学和实践教学同步。

③内容抽象宽泛。实验内容包含的知识点范围非常广,且通常都只能用文字和静态的原理图来表示,虽然现在有数据结构的各种动画展示,但看动画和自己实际编程还是有一定距离,学生理解起来可能还有困难,难以将学到的知识具体化、形象化。例如,想清楚理解数据结构在内存中如何存储、算法执行过程中存储结构变化情况等问题时,很多时候还不如下面这样做更有效,读程序时,在程序中的一些关键点加上输出功能,然后运行程序,把数据输出看结果。

④教学过程呆板。由于现有的实验课时少、时间紧、

任务重,导致实践教学过程缺乏有效的师生互动。学生缺少了实践的机会,对知识点的理解就不会很透彻,不利于创新思维能力的培养。此外,由于课时少,实验内容的设计很难涉及全部核心知识点。

⑤传统实践教学很难顾及不同编程基础的学生。虽然学生已经学了C和C++,但很多学生实践能力还是存在不足,学生间的差距也很大。能力强、学习积极的学生,通过主动学习就可以学得很好,但还有大量学生编程能力很弱、对自己信心不足。传统实践教学以实验室实验为主,很难把各类学生都照顾到,教学效果大打折扣。

⑥考核模式单一。当前数据结构实验教学考核主要以学生提交的实验报告为核心依据,教师通过评估报告内容来评定成绩。这种考核模式存在明显的弊端:过度关注实验成果,难以有效衡量学生在实际问题解决过程中的综合能力;鉴于数据结构实验多为算法实践类题目,受现有教学机制的限制,难以对每位学生的实验操作过程及报告结论开展全面的可重复的验证,导致实验报告的真实性存疑,无法精准反映学生的实际编程能力。

2.2 混合式实践教学改革设计

现在丰富的各类线上教学平台为克服传统实践教学的不足提供了重要途径。线上线下混合式实践教学模式不仅有助于适应时代的发展需求,提高实践教学质量,更能够培养学生的综合能力。

混合式实践教学改革设计如图1所示。每个环节都兼顾不同基础学生,提高实践教学效率。线上自学重在知识传递,学生根据个体学习基础在线上实验资源体系中自主选择学习,教师设计分组进行互帮互助线上自学和讨论探索,并设计阶梯实验任务,为线下编程落实做准备。线下落实重在提升学生的思维能力和拓展他们的创新能力。学生按照阶梯实验任务进行逐级评测,一步步锻炼自己的编程能力,增强学习的积极性。通过阶梯实验任务引导学生将复杂问题进行拆解,分步实现,增加学生的学习信心。竞赛评测为学习能力强的学生提供了更多的挑战机会。线下答疑不仅能为学生解答疑惑,还能为优化阶梯实验任务做准备。混合式实践教学改革重在思维能力培养和创新实践能力训练,将理论知识与实践教学、线上与线下教学综合协同设计,验证性实验检验学生理论学习效果,综合性实验检测学生综合能力,提高学生创新实践能力。

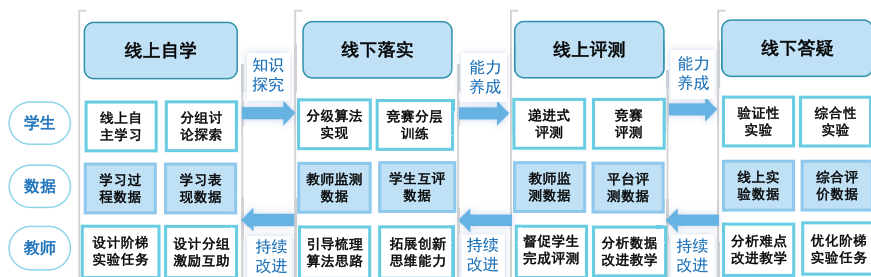


图1 混合式实践教学改革设计

3 实践教学改革实施

3.1 实践教学过程

目前数据结构实验课只有 16 课时，同时考虑到我院学生的实际情况，将实验内容分为 8 个实验，分别是顺序表、单链表、栈、队列、二叉树遍历、二叉树遍历的应用、基于邻接矩阵的图遍历及应用、基于邻接表的图遍历及应用，下面简称为实验 1 至实验 8。



图 2 头歌平台实验关卡

每次实验前，提前在头歌实践教学平台上发布实验内容，以供学生明确需自主预习的知识。实验室上课时，先梳理实验的算法思路，再依次讲解阶梯式实验任务和实验要求。基于学生的个体差异，将实验任务分为基础、进阶、提高三种类型，如图 2 所示。然后学生进行算法的设计与实现，并进入头歌平台的任务关卡进行自主评测。在题目分值的设定上，一般是基础 70 分、进阶 20 分、提高 10 分，既可照顾编程能力不强的学生、又可激励编程能力强的学生，学生

线上评测分数总体控制还是比较适当的。实践过程中，教师随时关注学生所遇到的问题，进行答疑解惑。课后，没有完成实验的学生继续完成实验，并通过各种途径关注学生所遇到的问题。经常登录头歌实践教学平台，查看学生的实验完成情况以及各种统计信息，为持续改进做准备。

3.2 融入学科竞赛

考虑到蓝桥杯竞赛的考点和数据结构的知识点有比较高的重合，我们将相关竞赛题分“低、中、高”三个难度等级，发布到竞赛平台，学生可以在网上完成评测。课程组会定期安排算法研讨课讲解挑战度高的实践题目，通过竞赛题的训练，开拓学生的思维，提高学生的创新能力。

3.3 多元考核评价

学生实践最终成绩由线上实验评测成绩占 50%，平时成绩占 50% 综合组成。平时成绩来源于学生学习过程数据、学习表现数据、学生互评数据、教师监测数据等组成。通过跟踪学生的学习过程，更好地激励学生学习实践内容、落实实践任务。

4 实践教学改革成效

我们将进行混合式实践教学改革的学生实践完成情况和前一学年未进行教学改革的学生实践完成情况分别显示在表 1 和表 2 中，通过对比分析，可以发现学生实践完成情况有了明显的提高。在实践教学改革后，学生对教学的满意度明显提升，获得学科竞赛的奖项也明显增多，更进一步证明了混合式实践教学的有效性。

表 1 2023–2024 学年实验情况

状态	实验 1	实验 2	实验 3	实验 4	实验 5	实验 6	实验 7	实验 8	平均
已做题	95.5%	93.6%	89.6%	90.4%	87.2%	83.2%	64.9%	47.5%	81.5%
已完成	92.9%	85.6%	79.5%	62.8%	78.9%	72.1%	59.2%	47.2%	72.3%

表 2 2024–2025 学年实验情况

状态	实验 1	实验 2	实验 3	实验 4	实验 5	实验 6	实验 7	实验 8	平均
已做题	96.0%	94.9%	97.0%	95.2%	93.3%	92.7%	92.1%	90.0%	93.9%
已完成	95.8%	87.6%	94.4%	94.4%	92.8%	91.5%	91.7%	82.7%	91.4%

5 结语

数据结构实践课程采用线上、线下混合式的教学方式，利用头歌实践教学平台开展实验教学在线评测，结合学科竞赛的关键知识点与数据结构内容的重合性，将竞赛的算法题目改为可线上评测的形式，锻炼学生的创新思维能力。同时采用过程数据、表现数据和实验评测数据等，以更客观、更全面地评价学生实验完成情况，为培养新工科背景下计算机专业的创新应用人才打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 周慧怡, 何丽华. 基于混合式的数据结构理论与实践教学模式探究[J]. 科教文汇, 2025(07).
- [2] 陈明华, 褚娜, 陈淑欣. 数据结构课程的混合式一体化案例驱动实践教学改革[J]. 计算机教育, 2024(07).
- [3] 李华, 胡娜, 游振声. 新工科: 形态、内涵与方向. 高等工程教育研究, 2017(04).
- [4] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(03).
- [5] 石敏, 葛红, 杨化栋, 林碧英. 建构式学习范式下数据结构实践教学模式探索与实践[J]. 计算机教育, 2024(01).