

《数据结构》课程三层教学体系建设与实践

高秀娥, 陈霞, 赖元锋, 欧雄豪, 陈延寿

岭南师范学院, 计算机与智能教育学院, 广东 湛江

收稿日期: 2021年10月27日; 录用日期: 2021年12月7日; 发布日期: 2021年12月14日

摘要

《数据结构》课程具有理论性强、内容抽象程度高、内容难以理解等特点, 使得学生在传统教学模式及教学手段下的听课效果受到极大影响; 同时, 现有案例教学主要应用于线上或者线下教学, 难以激发学生持续学习潜能。为此, 提出了课程群、线上线下混合案例教学以及课后实践相结合的三层教学体系, 在课程群建设的基础上, 采用线上线下混合案例教学, 并结合课后实践, 有效提升数据结构课程教学质量、激发学生探索和持续学习潜能, 为开展课程建设和改革提供新手段、新途径。

关键词

数据结构, 案例教学, 三层教学体系

Construction and Practice of Three-Tier Teaching System of “Data Structure” Course

Xiu'e Gao, Xia Chen, Yuanfeng Lai, Xionghao Ou, Yanshou Chen

College of Computer and Intelligence Education, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: Oct. 27th, 2021; accepted: Dec. 7th, 2021; published: Dec. 14th, 2021

Abstract

The “Data Structure” course has the characteristics of strong theory, high content abstraction, and is difficult to understand content, which greatly affects the effect of students’ listening under the traditional teaching mode and teaching methods. At the same time, the existing case teaching is mainly applied to online or offline teaching, which is difficult to stimulate students’ continuous learning potential. To this end, a three-tier teaching system that combines curriculum group, online and offline mixed case teaching and after-class practice is proposed. Based on the construction of curriculum group, online and offline mixed case teaching is adopted, and combined with after-class practice, it can effectively improve the teaching quality of data structure courses, sti-

mulates students' exploration and continuous learning potential, and provides new means and new ways for the development of curriculum construction and reform.

Keywords

Data Structure, Case Teaching, Three-Tier Teaching System

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 数据结构课程背景与现状

数据结构作为计算机科学与技术专业的核心骨干课,该课程不仅培养学生的抽象思维能力,更加锻炼学生的动手实践能力,在整个课程体系中有承上启下的重要作用。通过数据结构的学习,学生在项目设计中能够灵活选择逻辑结构、存储结构以及合适的算法,并能对算法的时间和空间效率进行分析,让学生具备良好的编程技能和习惯。由于本门课程概念多,算法难,使得学生的学习态度与积极性不高,且出现畏难情绪。传统的授课方式基本是填鸭式教学,老师课堂讲授理论知识,课前和课后布置一定的作业,学生的实验项目都是完全按照教材内容进行实验验证,缺乏创新性以及行业相关性,使得学生分析问题、解决问题的能力较弱,在创新能力培养以及持续学习能力等方面更是效果甚微。

2019年教育部高等教育司司长吴岩提到:2019年~2021年的3年间,教育部将全面实施“六卓越一拔尖”计划2.0 [1]。该计划旨在全面推进新工科、新医科、新农科等学科的建设,加强高校对服务社会经济人才的培养能力。同时,岭南师范学院也提出“厚理工”的教育理念,重新修订培养方案。在这样的大背景下,数据结构课程作为计算机类专业的核心基础课程,理应响应号召开展课程建设和改革。

目前,“数据结构”课程教学大多数教学内容采用“教师讲授为主型”的教学模式,这种模式仍存在不足[2]。课程理论性强、内容抽象等问题都成为实际教学过程中所面临的困难。为提高教学质量,提出内容面向应用,由于有一定难度,建议给一些相应程序例子做范例,鼓励学生互帮互助协作讨论[3];同时,教师采用替代式教学策略,即以教师为中心,学生被动接受知识的教学模式。教学过程中,缺少令学生自主、探索性学习的机会。不利于学生积极性、主动性的发挥和创新能力、实践能力的培养[4]。伴随新理念和新技术的不断涌现,使得翻转课堂成为了教学改革的新思路,但是翻转课堂也存在一定的问题[5]。

案例教学作为开放式、互动式的一种教学方式,在教育各领域得到了应用。黄鹤等[6]针对电气信息类专业数学系列课程教学中存在的一些问题,建设典型案例驱动课堂教学,将对抽象数学知识的理解转化为工程应用问题,在多门数学课程的教学实践中取得了良好的教学效果;栾秀春等[7]通过引入具有工程背景的数学教学案例,进一步的将案例教学延展到工科数学课程教学,为工科专业教学课程改革提供新的思路;王恒伟等[8]则在土地法学这一理论联系实际综合性课程上进行探索;学生作为课堂的主体,同样对案例教学实用性有明确要求。尹威[9]通过对参加金融市场与工具课程的东南大学经济管理学院本科生问卷调查分析,发现学生也非常重视案例教学、期望通过参与案例教学提升分析解决问题的能力。

传统的教学模式难以将数据结构抽象晦涩的专业理论讲懂,学生也难以吸收,因此将案例化教学引入数据结构课程教学中,让课堂更加生动灵活。但现有的案例教学模式单一,教学案例的丰富性和创新

性程度不够，一定程度上阻碍了案例教学的有效实施。为此，提出了课程群、线上线下混合案例教学以及课后实践相结合的三层教学体系，丰富了教学内容，保障了案例教学的有效实施，调动学生学习的积极性，提高学生分析问题和解决问题的能力，为开展课程建设和改革提供新的思路。

2. 课程知识点的引入

按大纲要求，所有同学需要完成基本要求中的知识模块和实验模块，为了让学生清楚知识点在解决实际项目中的作用，在每一章知识点讲授之前，以项目引入的方式开展教学，同时加强学生的思政能力培养如表 1 所示，这使得学生明白所学知识点用处，倡导以成果产出为导向，重点培养学生的实践能力，让学生对各种数据结构有更为清晰的认识，并能根据项目的要求自主思考设计算法，从而达到培养学生创新精神和创新能力，同时课程以小组讨论案例式开展教学，培养学生的团队合作能力，使学生逐步了解团队沟通和协作的方式，熟悉大型项目的开发流程。

Table 1. The learning objectives and practical cases of some knowledge points in “Data Structure” course

表 1. “数据结构”课程部分知识点的学习目标和实践案例

章节	理论目标	实践目标	课程思政
栈和队列	掌握栈的定义、两种存储结构的表示方法及基本操作的实现；掌握算术表达式的计算；掌握队列的定义，链队列、循环队列的基本操作的实现算法；了解栈在递归与非递归算法中的应用。	指导学生实现：算术表达式求解、停车场管理系统的项目开发过程：需求分析，整体流程设计，模块构建与组合，模拟测试，整理数据。	以国家提倡的“智慧城市”基础设施建设为导向，研究如何引导学生利用栈和队列的数据结构特点，解决城市有限空间与私家车数量激增的矛盾问题，为构建和谐社会献策。
串和匹配	掌握串的定义，模式匹配算法(BF 和 KMP)的理论思想、算法步骤和编码实现。比较两种模式匹配算法各自的优缺点。	指导学生实现：BF 和 KMP 模式匹配算法结合实际项目开发：舆情和病毒检测的需求分析，整体流程设计，模块构建与组合，模拟测试，整理数据。	应对国家信息安全和公共卫生安全的要求，针对网络上不良言论和新型冠状病毒对社会带来的威胁，研究如何引导学生利用模式匹配算法来实现舆情分析和病毒检测的功能，解决安全领域的部分问题。
数组和广义表	掌握数组和广义表的定义和应用。重点掌握数组的顺序存储结构、矩阵的压缩存储的问题。	指导学生实现：稀疏矩阵的数据压缩算法，结合图像数据(矩阵)，初识一些识别算法。	基于人脸识别和车牌识别的门禁管理系统一直是创建新型智慧城市的重点任务之一。
树和二叉树	掌握树和二叉树的定义、性质、存储结构；掌握二叉树的遍历和运算；熟悉树的各种存储结构及其特点，掌握树和森林与二叉树的转换方法。	指导学生实现：利用哈夫曼树和哈夫曼编码，编写文件压缩程序。掌握哈夫曼树构建和哈夫曼编码、及文件压缩的原理。	应对思政教育工作与大数据处理技术的融合问题，打造良好的思政传播环境，指导学生掌握一种文件压缩技术和手段，引导学生初探大数据技术中文件压缩技术的本质工作。
图型结构	掌握图的定义和基本术语，掌握图的各种存储结构及其构造算法，主要指邻接矩阵、邻接表和逆邻接表、边集数组。掌握图两种搜索路径的遍历：深度优先和广度优先搜索遍历。	指导学生实现：图的遍历、拓扑排序、最短路径等重要算法实现，基于这些基本算法，了解它们在电子地图、导航系统中的使用。	图型结构的各类基本算法一直被广泛地应用于电子地图、导航等系统开发。引导学生深入理解这类算法对民生和国家安全的重要性和战略价值。

Continued

查找和排序	掌握顺序表的查找方法,并能灵活应用;掌握散列表的构造方法,深刻理解散列表与其它结构的表的实质性的差别了;掌握各种排序方法的排序过程及其依据的原则;掌握各种排序方法的时间复杂度的分析方法。	指导学生实现:各种策略的查找和排序算法的优缺点和适用范围。利用部分算法完成某一领域信息检索系统(学生自选)的实现。	应对思政教育工作与大数据检索技术和信息安全技术的融合问题,指导学生掌握各种策略的查找和排序算法,帮助学生了解大数据检索技术和信息安全技术的本质。
-------	---	---	--

通过上述案例式和小组讨论式授课,实施课程思政,引导学生在课程项目实施中,用创新创业成果服务社会发展,实现显性教育和隐性教育相统一。培养学生的专业能力、创新能力、团队协作能力及社会责任服务意识,在不同的阶段利用不同的教学手段和方法,实施难度不同的实践教学活。教学方式由教师的单一传授转变为学生积极主动的多形式、创新性学习,有效地活跃创新思维,提高创新能力。

3. 课程教学设计及实施过程中采用的教育理念

《数据结构》按照工程认证的办学理念,支持毕业要求的两个核心能力,分别是:复杂软件工程问题的分析能力和计算机软件系统中实验方案的设计能力。教学模式主要以学生为中心,关注和侧重学习成果,以学习成果为目标引领学生自主自觉地学习。课程在讲解过程中对于算法中每一种技术,重点加强应用背景的阐述,配合实际问题案例进行讲解,强调每个算法运转背后的数学思想。

课程教学团队在多年教学积累的基础上,提出了课程群建设、线上线下混合教学以及课后实践相结合的三层教学体系(见图 1)。

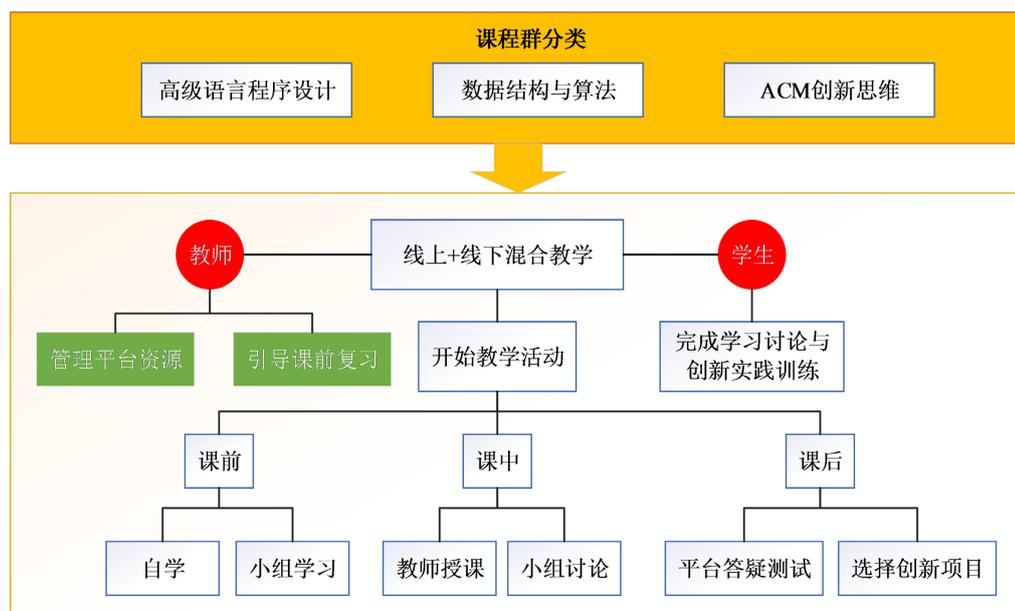


Figure 1. A three-tier teaching system

图 1. 三层教学体系

在《数据结构》课程各章的课程教学中采用实际的应用项目案例,以“项目引入、提出问题、分析问题-基础理论-解决方案-编程实现”步骤进行讲解,使抽象晦涩的专业理论知识变得通俗易懂。通

过课前预习、课中学习、分组讨论、课后代码实现,让学生能根据实际问题选择合适的逻辑结构及存储结构,独立设计、实现算法并分析算法性能,具备初步的算法分析及设计能力。课程讲授中关注学生的线上线下学习过程及项目成果实现,采用多元评价机制对学生课程学习进行跟踪,内容深入广泛,实例学以致用。

4. 数据结构考核评价体系

数据结构课程考核关注学习过程和效果的评价,多元动态评估各项学业产出。课程考核采用学生的线上线下的基础知识学习过程评价、在线评测系统的练习情况等多元评价机制实现对学生课程学习综合评价。考核评价体系由在线形成性考核和线下期末考核两部分构成。

1) 在线形成性考核

《数据结构》课程教学重视理论和实践的有机结合,理论教学中采用线下和线上有机融合,线上的教学平台主要采用中国大学 MOOC(慕课)_国家精品课程在线学习平台 icourse163.org 和希冀教学平台 <https://course.educg.net/>,中国大学慕课网视频主要用于学生的预习和课后复习,希冀教学平台主要用于习题和程序设计能力的提升,网站有丰富的教学资源,编程题目的建设已经达到 300 题以上,同时网站也开展了创新能力大赛等资源。在学校引进的超星学习平台上,根据教学安排,按章节建立了丰富的题库,包括客观题和主观编程题,根据不同难度,设置算法分析题,满足不同学生的能力要求;同时可以发布试题,根据不同章节和难度要求,自由组卷,随时检查自己对知识的掌握程度。一个学期的学习记录对学生的知识掌握程度形成过程性评价。

2) 线下期末考核

学期末的线下考核主要分为闭卷笔试测试以及小组项目答辩。在考核环节中,所有参与教学的教师,集体备课、集体阅卷、集体参与答辩。

学生最终的课程成绩考核包括线上平时作业、实验、项目答辩和考试综合评定,在作业与实验方面,本着基本理论掌握与综合能力应用并重的教学原则,除了平时课堂完成在线测试以及课后作业之外,更多看中的是实际案例项目的实现效果。5 人一组完成一个比较完整的实际应用案例的设计与开发,所设计的系统由课程小组分工完成,最终进行答辩,小组内依据工作量的多少进行等级评分,小组之间根据难易程度和实现的完整效果进行打分,这种考核制度激发了各组学生之间的竞争意识和团队意识,促进学生将理论学习与能力培养紧密结合。

5. 小结

《数据结构》课程在教学过程中,以软件工程专业为试点,要求学生上课自带电脑,每章知识点的讲授以案例式开展,并在课堂上逐步进行验证,该方法一方面提高学生编程的动手能力,另一方面教师能够根据学生掌握情况,进行有针对性的个性化教学,提高了教学质量。教学研究成果表明,采用案例式教学和边教边学的方式,学生的实践动手能力以及分析问题和解决实际问题的能力明显高于传统的填鸭式教学方式,期末的综合成绩突出,具备应对复杂系统问题的分析能力,并能够具有独立完成系统的设计和实现能力。

基金项目

岭南师范学院质量工程项目 - 计算机专业课程教研室。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部发力本科建设打造“金专”“金课” [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2019/50601/mtbd/201904/t20190430_380194.html, 2021-04-02.

-
- [2] 刘小晶, 钟琦, 张剑平. 翻转课堂模式在“数据结构”课程教学中的应用研究[J]. 中国电化教育, 2014(8): 105-110.
- [3] 王晓荣, 王萌. 《数据结构》课程教学改革研究[J]. 电脑学习, 2009(3): 81-82.
- [4] 季晓慧, 王群, 管建和. “数据结构”课程教学初探[J]. 中国地质教育, 2009, 18(1): 149-152.
- [5] 李西顺. 翻转课堂的理论局限及功能边界[J]. 现代远程教育研究, 2018(4): 41-48.
- [6] 黄鹤, 段书凯, 曹洪龙. 电气信息类专业数学系列课程的教学改革探索[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(7): 180-185.
- [7] 栾秀春, 高璞珍, 王晓莺, 王俊玲. 案例教学法在工科专业数学课程教学中的应用[J]. 高等工程教育研究, 2021(3): 169-172+189.
- [8] 王恒伟, 邹士鑫, 刘媛媛. 案例教学法在土地法学课程中的应用探索[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2020, 45(1): 169-174.
- [9] 尹威. 案例教学在金融市场与工具课程中的应用研究——以东南大学为例[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2016, 18(S2): 138-139+148.