

新工科背景下的数据结构与 算法课程教学探索^{*}

王猛

陈军成^{**}

北京工业大学信息科学技术学院, 北京 100124

北京工业大学计算机学院, 北京 100124

摘要 新工科旨在适应新技术、新产业、新业态的需求, 对传统工科教育进行改革与创新, 培养出能够满足现代科技发展需求的新型工程人才。数据结构与算法课程的教学体系主要围绕三大数据结构及其上的算法展开, 内容较为完整且抽象层次较高, 存在抽象层次高、实验或课设相对离散、学生学习应对方式不合理等问题, 本文从一个具体的系统或领域问题出发, 结合课程的教学目标, 对教学内容和方法进行探索与创新, 经过两年的理论和实践教学, 取得了较好的效果。

关键字 数据结构, 算法, 教学

Exploring the Teaching of Data Structures and Algorithms Courses under the Background of Emerging Engineering Education

Meng Wang

Juncheng Chen^{**}

School of Information Science and Technology,
Beijing University of Technology,
Beijing 100124, China;

College of Computer Science
Beijing University of Technology
Beijing 100124, China

Abstract—New Engineering Education aims to reform and innovate traditional engineering education to meet the demands of new technologies, industries, and business models, cultivating a new generation of engineering talent capable of addressing modern technological advancements. The teaching framework of the Data Structures and Algorithms course primarily revolves around three major data structures and their associated algorithms. While the content is comprehensive and highly abstract, it presents challenges such as excessive abstraction, relatively disconnected lab exercises or course projects, and students' ineffective learning strategies. This paper takes a specific system or domain problem as a starting point, aligns with the course's teaching objectives, and explores innovative approaches to both content delivery and methodology. After two years of theoretical and practical instruction, significant improvements in teaching effectiveness have been achieved.

Keywords—Data Structure, Algorithm, Teaching

1 引言

随着信息技术的飞速发展, 新工科教育应运而生。新工科旨在适应新技术、新产业、新业态的需求, 对传统工科教育进行改革与创新, 培养能满足现代科技发展需求的新型工程人才。数据结构与算法作为信息科技类专业的核心基础课程, 在培养学生算法思维和抽象思维方面起着至关重要的作用。

目前, 数据结构与算法课程的教学体系主要围绕顺序结构、树结构、图三大数据结构及其上的算法展开, 内容较为完整且抽象层次较高, 已经取得

了一定的教学成果。然而, 在实际教学过程中, 笔者发现仍存在一些问题亟待解决。

首先, 课程内容的抽象层次较高, 与具体的专业问题或领域存在一定距离。学生常常会提出诸如“这个算法用在哪? 为什么有这个算法?”之类的问题, 反映出他们对课程知识的实际应用缺乏直观的理解。

其次, 实验或课程设计相对孤立, 缺乏一个内核。学生在面对实验任务时, 往往只是机械地应对, 缺乏足够的想象空间, 难以将所学知识融会贯通。

此外, 部分学生在学习方法上存在问题。有些学生将这门课程当作文科课程来对待, 甚至采用死记硬背的方式学习, 完全忽视了算法思维的重要性。

***基金资助:** 本文得到北京市高等教育学会课题“人工智能在高校计算机语言编程课程中的应用案例研究”资助

****通讯作者:** 陈军成 juncheng@bjut.edu.cn

最后,学生的动手实践积极性不高。大多数学生只是通过做题进行实践,而不是从解决问题和分析问题的角度出发,这严重影响了他们对知识的深入理解和应用能力。

针对这些问题,国内相关教学人员在教学方法、教学内容以及教学实践上均作出了相应的尝试,并取得了一定的效果[1-9]。结合前述教学研究,本文认为数据结构与算法课程应该从一个具体的系统或领域问题出发,结合课程的教学目标,对教学内容和方法进行探索与创新。

本文尝试以移动对象管理系统为切入点,对教学内容、实验内容、以及教学方法三个层面进行深入的探索与实践。经过两年的教学实践,学生的满意度和成绩都有了较为明显的提升,取得了预期的教学效果。

2 数据结构与算法教学内容设计

数据结构与算法课程的教学目标包括:1)理解并掌握顺序结构、树结构、图结构及及其上的典型算法;2)理解并掌握算法性能分析方法;3)理解现实世界对象的一般建模方法,掌握典型系统到抽象数据结构与算法的映射关系。

依据教学目标和前文的问题,本研究尝试从一个具体的系统设计出发,将系统设计中的问题建模映射到数据结构与算法中的结构和算法,进而展开教学工作。

2.1 移动对象管理系统

教学内容围绕如何设计一个移动对象管理系统展开。移动对象管理系统是一个针对城市道路交通管理的信息化系统,其主要功能包括车辆轨迹查询、路径规划、道路信息查询等。从实现的角度来看,需要解决车辆高效存储、车辆快速查询、道路快速查询等问题。

从设计与实现的角度,实现这样的系统需要考虑移动对象的存储,路径的存储、移动对象的查询、路段的查询,同时需要考虑存储的效率、查询的效率等,对于数据结构与算法有较高的要求,以实现一个较为具体的移动对象管理系统为目的进行数据结构与算法教学,将课程内容与实际系统紧密结合,以期提高学生的接受程度。

2.2 以移动对象管理系统为背景引入教学内容设计

在具体教学过程中,本文依据数据结构和算法的原有内容,从移动对象管理系统中抽象出一系列问题,并针对性地制定教学内容,具体包括:

问题 1: 如何对移动对象进行高效存储?

针对移动对象管理中的移动对象存储问题,从数组和链表的角度进行展开,分析数组和链表在存储移动对象时的优劣。由于移动对象具有时间标签这一属性,可以尝试从数据压缩的角度考虑轨迹压缩问题,从而对数据进行优化。

围绕这一问题,进一步讨论顺序结构中的栈、队列在移动对象管理中的具体应用。借助栈,可以实现查询某辆车从特定时间到当前时间的轨迹;利用队列可以预测路口车辆序列等。通过将顺序结构中的数组、链表、栈、队列及其上的操作与具体问题进行绑定,引导学生运用这些结构和操作来解决移动对象中的具体问题,使学生在解决实际问题的过程中深入理解数据结构的基本概念和应用方法。

问题 2: 如何快速高效查询移动对象?

查询问题是移动对象管理系统的根本,也是数据结构与算法课程的核心内容。查询问题包括如何快速查询某辆车在某个特定时间段的行驶轨迹、查询某一路段在特定时间段的路况、查询套牌车等。查询的基础是索引,因此这一系列问题的关键在于如何建立有效的索引。

围绕这一系列问题,引入数据结构与算法中的二叉树、二叉搜索树、平衡二叉树、红黑树、2-3-4 树、哈希等结构。从二叉树的定义和基本操作出发,逐步探讨二叉搜索树、平衡二叉树、2-3-4 树、红黑树等的优劣。通过从基础到实践的逐步引导,帮助学生构建出一个基于索引的快速查询原型。在这个过程中,注重培养学生的算法思维,引导他们从问题到模型进行思考,并进一步深入到算法性能分析的角度。通过理论与实践相结合的方式,让学生切实感受到算法对于核心系统的重要影响,从而提高他们对算法性能优化的重视程度。

问题 3: 如何快速获取规划路径?

从日常生活中最常见的使用场景出发,介绍图的定义和操作,探讨静态交通图中的各种算法,包括最短路径、生成树、连通子图等问题。另一方面,从交通图的动态属性角度出发,进一步扩展到图上的流算法。结合高德地图、百度地图等具体应用,采用启发式教学方法,深入探讨 Dijkstra、A*、Floyd、最大流算法等,并对这些算法在移动对象管理中的重要性进行探讨和分析。通过将理论知识与实际应用相结合,帮助学生更好地理解图算法在解决实际问题中的作用,提高他们运用图算法解决复杂问题的能力。

3 数据结构与算法实验内容设计

根据上述教学内容,针对性地选择三个典型的场

景进行实验教学,具体实验内容如下:

实验 1: 利用顺序结构实现移动对象存储子模块

要求学生利用顺序结构(如数组、链表等)实现一个典型的移动对象存储子模块,该模块需要具备快速查询以及数据压缩的功能。通过这个实验,学生可以加深对顺序结构的理解和应用能力,同时掌握数据压缩的基本方法和技巧。在实验过程中,引导学生思考如何优化存储结构以提高查询效率和压缩效果,培养他们的创新思维和问题解决能力。

实验 2: 为移动对象管理系统构建索引并提供查询接口

要求学生利用各种数据结构(包括二叉树、链表、哈希等)为移动对象管理系统构建索引,并提供各种复杂的查询接口。这个实验旨在帮助学生巩固对不同数据结构的理解和应用,掌握索引的构建方法和查询算法的设计。在实验过程中,鼓励学生尝试不同的数据结构组合,比较它们在查询效率和存储空间等方面的优势,从而加深对数据结构性能特点的认识。同时,通过设计查询接口,培养学生的编程能力和接口设计能力,提高他们解决实际问题的综合能力。

实验 3: 实现最短路径算法及动态路径规划

要求学生在移动对象管理系统中实现最短路径算法(如 Dijkstra、A* 等),并尝试在动态图中实现较优的路径规划。此外,还需要学生对算法的时间复杂度进行分析。这个实验是课程的重点和难点,它涉及到图算法的核心内容和动态规划的思想。通过这个实验,学生可以深入理解最短路径算法的原理和实现方法,掌握动态路径规划的技巧和策略。同时,通过对算法时间复杂度的分析,培养学生的算法性能分析能力,使他们能够从理论和实践两个方面全面评估算法的优劣。在实验过程中,可以结合实际交通场景,让学生感受到算法在解决实际问题中的重要性和挑战性,激发他们的学习兴趣和创新意识。

4 数据结构与算法教学方法

为了更好地实施数据结构与算法理论教学和实践教学,本研究围绕移动对象管理系统的设计与实现,利用项目驱动教学方法、启发式教学法、实践教学法、反转课堂教学法等放在教学过程中探索与尝试。

方法 1: 项目驱动教学法

在教学过程中,采用项目驱动教学法,以移动对象管理系统为项目背景,将课程内容有机地融入到项目开发的各个环节中。通过项目的实施,引导学生主动学习和探索,培养他们的自主学习能力和团队协作能力。在项目驱动教学中,注重学生的主体地位,鼓

励他们积极参与项目的规划、设计、开发和测试等过程,提高他们的实践能力和创新意识。同时,教师在项目实施过程中起到引导和指导的作用,及时解答学生在项目开发过程中遇到的问题,帮助他们克服困难,顺利完成项目任务。

方法 2: 启发式教学法

在讲解课程内容时,采用启发式教学法,引导学生主动思考和探索问题的解决方案。通过提问、讨论、案例分析等方式,激发学生的学习兴趣和求知欲,培养他们的逻辑思维能力和问题解决能力。例如,在讲解二叉搜索树时,可以先提出一个实际问题,如如何快速查找一个有序序列中的某个元素,然后引导学生思考如何利用二叉树的结构特点来解决这个问题。通过启发式教学,让学生在思考和探索的过程中逐步掌握知识,提高他们的学习效果和创新能力。

方法 3: 实践教学法

数据结构与算法是一门实践性很强的课程,因此在教学过程中,注重实践教学环节。通过实验教学、课程设计、项目开发等多种实践教学形式,让学生在实践中加深对理论知识的理解和掌握。在实践教学中,注重培养学生的动手能力和创新意识,鼓励他们尝试不同的解决方案,培养他们的实践能力和团队协作能力。同时,通过实践教学,让学生感受到理论知识在解决实际问题中的作用,提高他们对课程学习的兴趣和积极性。

方法 4: 翻转课堂教学法

在部分教学内容中,尝试采用翻转课堂教学法。课前,教师提供相关的学习资料和视频,让学生自主学习基础知识。课堂上,教师主要进行答疑解惑、组织讨论和引导学生进行实践操作。通过翻转课堂教学法,让学生在课前自主学习基础知识,课堂上则有更多的时间进行深入的思考和实践操作,提高课堂教学效率和质量。同时,翻转课堂教学法也培养了学生的自主学习

5 效果评估及改进措施

经过 2022-2023 和 2023-2024 两个学年的建设和探索,以移动对象管理系统为背景的数据结构与算法课程在学生评价和学生成绩两方面均取得了较好的效果,学生评价表和学生成绩统计表分别如表 1 和表 2 所示。

学生的评价是学生针对老师教学的主观评价,从表 1 可以看出,在实施教学改进和探索之前,学生对这门课的整体评价比较低,大部分学生的评级是中等,而在实施改进和探索之后,学生对课程的积极正面的评价明显增加,优良总和已超过 80%,表 1 数据说明:

- 教学内容更具吸引力，同学们从主观地角度更认可这门课；
- 在教学内容改进的基础上，同学们愿意花时间认真学习数据结构与算法这门课。

表 1 学生评价表

年份	优秀	良好	中等	差
2020-2021	5. 56%	30. 56%	60. 2%	3. 68%
2021-2022	4. 79%	25. 78%	54. 6%	14. 83%
2022-2023	16. 25%	55. 34%	24. 2%	4. 21%
2023-2024	20. 37%	65. 3%	12. 35%	1. 98%

表 2 学生成绩统计表

年份	>90	>80	>70	>60	<60
2020-2021	5. 13%	17. 94%	64. 1%	7. 69%	5. 14%
2021-2022	8. 57%	17. 14%	54. 28%	17. 14%	2. 87%
2022-2023	13. 95%	58. 13%	18. 60%	9. 32%	0%
2023-2024	19. 35%	61. 29%	12. 91%	6. 45%	0%

表 2 展示了学生四年地成绩统计，这四年的试卷题型未变，难度基本一致，表 2 中的数据表明：

- 90 分以上的比率明显从不足 10% 提升至 19. 35%，有效的比率明显提升；
- 80-90 分的比率在实施教学探索后呈现飞跃性质，大部分同学都能取得 80 分以上的成绩
- 60 分和 70 分的比率在经过教学探索后明显下降，不及格人数降为 0。

表 1 和表 2 表明，以移动对象管理系统为基础进行的数据结构与算法的课程探索，无论是从学生的主观评价，还是从学生的考试成绩看，都取得了较为明显的效果。在与学生的教学互动中，笔者可以明显感受到学生的学习积极性显著提升，学生自主性明显增强。

笔者认为还可以在以下几个方面进一步加强：

- 进一步挖掘移动对象管理系统的设计内容，将更多内容融入到数据结构与算法的理论与教学实验中；

- 设置更多的实践内容，进一步扩展数据结构与算法的教学内容，比如将 K-D 树、八叉树等内容融入到实践内容。
- 进一步优化教学方法，与相关政府部门合作，从具体实践的角度出发，进一步优化数据结构与算法的教学内容和教学方法

未来，我们将继续探索和改进教学方法，以提高数据结构与算法课程的教学效果，培养更多优秀的计算机类技术人才。

6 结束语

本文描述了针对数据结构与算法教学过程中所面临的困惑，从理论与实践的角度，结合学生的特点，围绕移动对象管理系统的工作原理与实现，抽取出一系列与数据结构与算法相关的理论内容和实践内容，并在此基础上从教学、实践以及方法层面三个维度展开探索。实践结果表明，本文提出的方法在学生主观评价和客观评价两个维度，均取得了比较明显的提升，显著提升了教学质量和提高了学生成绩。通过不断的探索和改进，我们相信可以进一步提高教学质量，培养更多优秀的计算机人才。

参 考 文 献

- [1] 朱允刚, 杨博, 虞强源等. “厚基础、强实践、个性化”的数据结构课程教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(3):61-65
- [2] 张铭, 王腾蛟, 赵海燕. 数据结构与算法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [3] 蒋宗礼, 王志英, 李晓明等. 构建计算机科学与技术专业公共核心课程[J]. 中国大学教学, 2007, 11: 45-47
- [4] 徐金东, 阎维青. 计算机类课程贯通一体化建设——以“数据结构、图像处理”为例[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(2):97-100.
- [5] 郑文萍, 李飞江, 郭颖婕等. 基于参与式教学法的数据结构与算法课程教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(3):43-50.
- [6] 廖兴宇, 刘海龙. 新工科背景下《数据结构》课程重构与实践研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(1):42-46.
- [7] 王晓明. 新工科建设背景下的数据结构课程改革与实践[J]. 教育进展, 2022, 12(5):1514-1518.
- [8] 刘佳琪, 刘海龙. 新工科背景下的数据结构课程实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(1):136-142
- [9] 朱盼盼, 罗小波, 于洪. 数据结构课程启发式教学改革——以生物信息工程专业为例[J]. 创新教育研究, 2025, 13(6): 395-403.