

基于分层教学的带动导向式“数据结构”实验课研究

崔妍^a, 祝世东^a, 曹福毅^b, 姜柳^a, 代钦^a

(沈阳工程学院 a. 信息学院; b. 科技处, 辽宁 沈阳 110136)

摘要: 针对全日制本科课程“数据结构”理论性强、授课对象编程基础差异大、教学内容缺乏与实际应用相结合的特点, 提出了导向式分层次带动式实验教学方案。在这一方案中, 通过学期初教师对学生编程能力的掌控, 课前分层次给出不同学生的实验任务和有助于梳理实验脉络的带动式问题。课上通过带动式组长、完善程序、创新学习等环节及不同层次晋升渠道的设计, 调动学生参与的积极性。实验分析中, 通过对四届13个班实施不同实验教学方案的成果可见导向式分层次带动式学习模式在实际教学中的优势。

关键词: 数据结构; 实验课教学; 导向式分层次带动式学习模式

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

文章编号: 1672-9617(2020)01-0100-06

一、研究的意义及发展动向

“数据结构”是计算机及相关专业的核心课程。如果把程序设计比作一门与计算机交流的语言, 那么数据结构则是一门如何运用“语言”来撰写漂亮文章的“作文课”。然而, 由于“数据结构”课程开设的时间一般是在大一下学期或者大二上学期, 许多学生因缺乏对项目开发及计算机数据存储等方面知识的充分了解, 使他们很难将理论课中学到的“算法”应用到具体的程序实现中。为此, 许多教学工作者对如何改进教学方法、提升教学效果进行了研究。例如, 张程等^[1]从教学内容、方法和考核方式等几个方面对数据结构实验课进行了研究和探讨, 提出了相应的教学改革方案。史建焘等^[2]通过对近几年国外知名大学有关数据结构实验课内容

设置与教学方法的研究, 提供了数据结构实验教学改革的新思路。贾银江等^[3]从目标分层、分层评价和分层教学等几个方面, 阐述了数据结构分层次教学的实施方案。牛秋月等^[4]针对新工科背景, 通过对教学现状的分析, 提出创设问题情境、强化创新性引导、建立多方位的课程考核体系等教学改革措施。张玉华等^[5]以本校计算机专业数据结构实验课程作为实践样本, 提出了在数据结构课程实验中实行分层次教学的观点。

以上成果为数据结构实验内容与学科背景、学生层次等相关方面的研究提供了理论依据。但是在这些研究中, 虽然已有对教学内容和学生分层的讨论, 却没有给出不同学生学习的晋升途径。对于“数据结构”的实验教学, 首先, C语言作为数据结构的先导课, 学生由于在指针、结构体等知识点掌

收稿日期: 2019-11-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(61773269); 国家自然科学基金青年科学基金项目(71602124); 盛京创新人才项目(RC180015); 辽宁省自然科学基金项目(2019-MS-238)

作者简介: 崔妍(1982-), 女, 沈阳人, 讲师, 博士, 主要从事数据建模与物流优化研究。

握程度上的差异,造成他们学习水平分层。其次,“数据结构”课程理论性强,教学以算法描述为主,加之每节理论课需要实现的编程内容多,使数据结构学习起来难度大、任务重且不易理解。因此,如何帮助学生梳理学习脉络、实现由算法到程序的转变,是摆在教师面前的重要任务。最后,对于一些编程基础较好的学生,虽然他们“会编程”,但是这类学生往往是单打独斗,缺乏团队合作能力,并且对如何将所学知识应用于实际问题显得无能为力。

针对以上问题,通过教师在教学过程中的不断探索,对最初使用的分组教学模式进行改进,经过动态分组、任务驱动等教学方案的尝试,形成了考虑学生语言基础(分层次)、细化实验问题(导向式)、设计教学与实际应用相结合的实验任务(带动)的分层导向带动式数据结构实验课程的教学方案。在这一方案中,通过学期初教师对学生程序设计能力的掌控,分层次给出不同学生的实验任务。实验课前,根据本节实验可能涉及的C语言基础知识和数据结构课程的难点,给出详细的问题,帮助学生梳理学习脉络。实验课上,通过加分环节以及晋升渠道的设计,充分调动学生参与的积极性。为学生提供有东西可学、有挑战可破、有团队可依的学习环境,使不同层次的学生均在实验过程中有所提高。通过对四届学生使用三种教学模式取得的教学效果进行对比,验证了分层带动导向学习模式的优势。

二、导向式分层次带动式学习

1. 总体框架

所谓导向式分层次带动式学习模式,是指教师在学期初首先对学生的编程基础有所了解的基础上,根据每节实验课的教学内容而给出的动态分组、实时进阶的学习模式。

图1展示了导向式分层次带动式学习模式下不同基础学生的学习方案。在导向式分层次带动式学习模式下,教师首先会给出学生导向式分层次带动式学习模式方案,然后由教师在征求学生意愿

的情况下,为学生选择适合的学习方式,给出不同层次的考核标准。学生的层次大概分为三类:①基础较差同学:读懂程序,并能够讲解;②基础一般同学:给出程序,对关键语句填空(占大多数);③基础较好同学:自己编程。

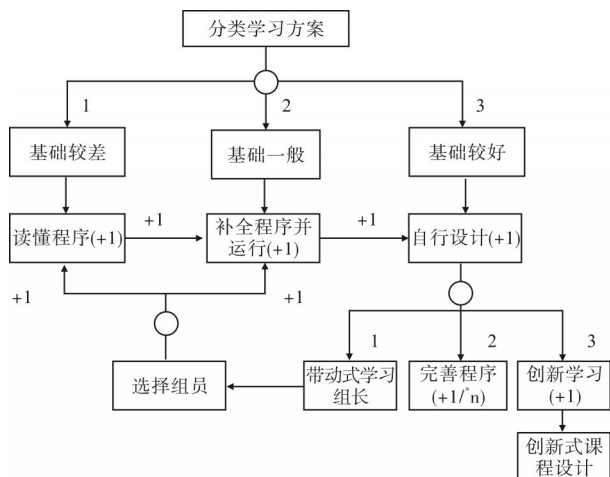


图1 导向式分层次带动教学的总体设计方案

对于基础较差的同学(如图1分类学习方案1),教师将他们的实验任务定义为“阅读程序”。通过对程序的阅读和导向式问题(见第2节 导向式问题)的理解,使学生认识编程、体会程序开发的乐趣。在明白了“如何做”“怎样做”之后,尝试“自己做”(补全程序)。基础一般的同学(图1分类学习方案2),他们属于班级里的大部分,其特点是在学习编程的时候写过程序,但在语法和问题的设计上仍存在困难,很难自行完成数据结构实验的全部内容。对于这类学生,应鼓励他们在教师给出的程序框架下补全程序。通过导向式问题的思考与程序框架的了解,逐渐由“填空式”编程过渡到独立编程阶段(如图1分类学习方案3)。对于基础较好或由基础一般过渡到基础较好的同学(如图1学习方案3),他们的工作由基本实验任务和选择性任务两部分组成。第一部分是基本实验任务,即数据结构指导书要求的任务,学生需要根据要求设计程序、运行程序,并根据运行结果讲解程序的整个设计过程。第二部分是选择性任务,这部分是实验设计的加分环节。方案中教师为学生提供了三种选择。

选择1,带动式组长。学生以组长的角色与基础较差和基础一般的学生组成临时小组。组长通过帮助组员完成实验任务的方式得到加分,而组员可以通过完成本节实验课的任务获得实验成绩。在组内所有成员全部完成任务后,小组解散,再由原小组组员作为组长继续组成新的小组。在这一过程中,教师还会有目的地选择一些对知识尚未完全了解的学生继续参组学习,通过加分的方式,鼓励学生学习更多的知识。选择2,完善程序,通过完善程序的方式获得加分。在完善程序的过程中,由教师根据学生对知识的了解,对程序中存在的不足提出改进方案。选择3,创新学习。针对具有独立编程能力,且喜欢挑战的学生,教师设计了一些与实验相关的应用题目,学生可以根据创新学习体会数

据结构在实际项目中的运用。对于创新能力较强的同学,教师还会为他们在学期末的课程设计环节提供创新式的课设题目。

2. 导向问题

导向式分层次带动式学习模式在一定程度上调动了学生学习数据结构课程的积极性。但是在教学过程中,由于大部分程序的编程模块已给出,许多同学在实验课上仅仅是“看”了程序或者是“填”了程序,在面对教师提问时很多细节问题仍无法回答。针对这一现象,教师对各个实验的关键问题进行了总结(如表1所示)。并由原来课上随机提问的方式转化为在课前给出,让学生先思考,然后再在课上回答,并在实验报告中写出答案,以此帮助学生理清程序中的各个问题。

表1 实验1~6的导向问题

实验名称	导向式问题
实验一 (线性顺序表, 2学时)	1-1 定义一个线性顺序表的结构体变量和一个数组表示顺序表,二者之间一样吗? 为什么? 1-2 顺序表的建立模块在程序中是如何体现的? 1-3 对于插入和删除操作,当插入或删除的位置为非有效范围内的值时,程序能实现吗? 如何改进。 1-4 当进行插入或删除操作时,需要计算线性表中元素个数的变化吗? 为什么? 2-1 与顺序表比较,为什么链表的建立模块显得如此繁琐? 2-2 在链表的结构中,分别写出定义一个链表和定义一个链表中元素的语句,并写出链表和链表元素的区别。 2-3 在使用链表存储时,是否可以根据元素在线性表中的位置直接读取元素? 在进行顺序表时,是否可以? 为什么?
实验二 (线性链表, 6学时)	2-4 实验程序中缺少插入非法位置的判断操作,请将其补充完整。 2-5 在删除操作时,建立一个含有 $n(n \geq 2)$ 个相同元素 x 的链表,并尝试删除值为 x 的元素。实验得到的结果与你想象的一样吗? 分析程序中可能存在的问题并改进。 2-6 对于顺序存储和链式存储两种存储结构,以删除模块为例,试比较两种结构在完成“删除值为 x 的元素”和“删除第 i 个位置上的元素”两个操作上的区别。
实验三 (栈的实现, 2学时)	3-1 如何在编写程序时,使用数组或者链表体现栈作为先进后出线性表的特殊性。 3-2 分析当栈底指针 top 分别设为 -1 、 0 和 1 时,栈的哪些操作会受到影响? 请分别写出三种情况下受影响操作的具体实现方式。 3-3 对于栈来说,哪个操作对应于线性表的插入操作? 为什么? 并解释该操作对线性表的插入操作做了哪些方面的限制。 3-4 对于栈来说,哪个操作对应于线性表的删除操作? 为什么? 并解释该操作不需要指明删除位置的原因。
实验四 (队列的实现, 2学时)	4-1 为什么一般在使用顺序队列时选择顺序循环队列的结构? 4-2 如果说数据的逻辑结构是人类的理解和想象,那么我们想象出的顺序循环队列是在线性顺序表中的哪些位置进行了改变? 使其成为特殊的顺序表? 请仔细阅读程序并一一列出。 4-3 顺序循环队列和顺序队列在入队和出队操作上的区别?
实验五 (二叉树, 4学时)	5-1 我们在纸上画的树(逻辑结构),在计算机存储时(物理结构),也是存成树的形态吗? 其实,计算机存储的是数据之间的关系和元素。请根据实验指导书给出的树的示例进行计算机存储,体会树的建立过程。 5-2 写出有关树的各个算法的递归操作过程。 5-3 建立树后,程序中是如何实现将建立好的树传入其它操作中的? 这使用了C语言程序设计中的什么语法内容?
实验六 (图, 4学时)	6-1 阅读图的建立过程,尝试通过键盘输入图的相关信息,完成图的建立操作。 6-2 修改图的建立模块,使其可以同时实现 1. 有向图 2. 无向图 3. 有权图 的建立。

3. 带动学习方案

图 2 展示了教师针对重点实验而设计的创新式学习内容。其中线性表实验中涉及的 4 个创新式学习内容(1-1,2-1,2-2,2-3)是实现遗传算法的基础。遗传算法作为智能计算的群体智能算法,在科学计算、工程实践中已有了广泛的应用^[6-7]。学生在完成 4 个创新题目后,可选择创新课设题目 1,即用遗传算法实现约束最短路径问题的课程设计。二叉树实验的创新学习内容是分支定界算法、搜索树算法的基础。学生在完成创新题目后,可选择创新课设题目 2,即约束最短路求解对比算法的课程设计。图的实验的创新学习内容通过将图的基本数据和实现方法进行封装,使学生体会面向对象一类的编程思想。在完成创新式学习内容 4-1、4-2 和 4-2 后,可选择创新课设题目 3,即图类的课程设计,实现将图的相关操作进行封装。

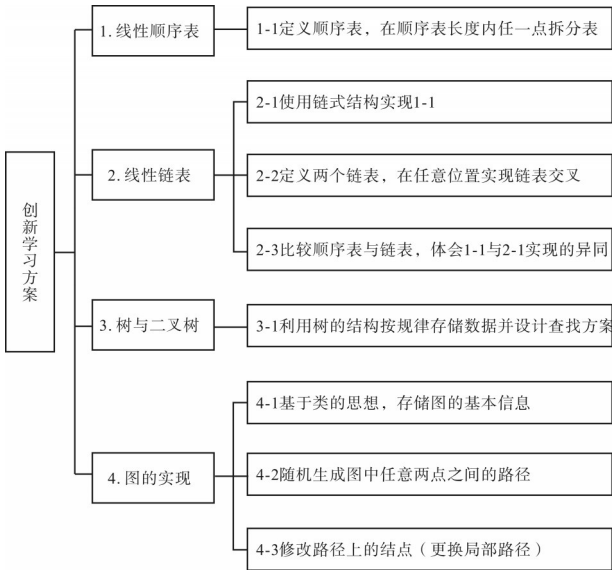


图 2 创新式学习方案

创新实践型实验要求学生设计并实现一个完整的系统。实验题目来自教师的科研课题或竞赛项目。创新实践型实验是对课程的总结,考核学生对课程知识的综合运用能力,需要学生通过查询资料、团队合作才能顺利完成。实验教学中,教师要参与到实验项目设计的各个环节,并在学生遇到困

难的时候,能够指出正确的设计思路、研究方向和查阅哪些相关文献资料。因此,这部分内容不仅是对学生,而且对教师也是不小的挑战。但是,通过创新实践型实验的设计,不但能够培养学生的自主学习能力、创新实践能力和团队合作精神,还能促进学生学习热情、热爱编程。

三、教学结果分析

为了对三种实验教学模式进行对比,分别从学习方式、采分人数和学生的采分次数三个角度,对四届 13 个班级的教学数据进行了分析。表 2 展示了三种教学方式下的任务布置情况。由表 2 可见,在带动学习和导向式带动学习模式下,虽然没有在课前对学生进行分组,但是却采用了动态分组的教学模式。并且通过加分环节的设计,促进了学生学习的积极性。在导向式分层次带动学习中,不仅设置了动态分组、加分等环节,还对各类学生学习的提升渠道进行了明确展示,更加增强了学生努力学习的动力。

表 2 三种教学模式的对比情况

	分组学习	带动学习	导向式带动学习
分组	√	×	×
任务驱动	√	√	×
动态组长	×	√	√
动态组队	×	√	√
加分	×	√	√
晋升渠道	×	×	√
问题驱动	×	×	√

表 3 展示了 6 组数据结构实验下,13 个教学班级在分组学习、带动学习和导向式分层次带动学习三种模式下的学生采分情况。在表 2 中,计算机 C151-3、计算机 B151-2 使用了分组学习模式,计算机 B171-2、软件 B171-2 使用了带动学习模式,计算机 B181-2、软件 B181-2 使用了导向式分层次带动学习模式。其中,x:y 中的 x 表示采分次数,y 表示在该采分次数下的对应人数。

表 3 三种教学模式下各教学班级的学习对比情况

班级名称	人数	实验 1	实验 2	实验 3	实验 4	实验 5	实验 6
分组学习	165	9	1:52,2:11,3:6	42	11	1:39,2:3	1:8,2:1
计 C151	35	0	1:7,2:3,3:1	1	1	1:2	1:2
计 C152	36	2	1:8,2:1,3:1	2	1	1:2	1:2
计 C153	34	2	1:8,2:3,3:1	3	2	1:2,2:3	1:1,2:1
计 B151	30	4	1:13,2:2,3:1	16	6	1:22	1:1
计 B152	30	1	1:6,2:2,3:2	20	1	1:11	1:2
带动学习	152	4	1:25,2:8,3:20,4+:10	30	18	1:6,2:19,4+:1	1:10,2:8,3:8
计 B171	41	1	2:3,3:9,5:1,6:1	9	9	1:1,2:6,4:1	1:1,2:6,3:2
计 B172	40	1	1:2,2:2,3:4	5	3	1:3,2:3	1:2,2:1,3:2
软 B171	36	1	1:11,2:1,3:6,4:2,5:1	8	0	1:2,2:5	1:2,2:1,3:3
软 B172	35	1	1:12,2:2,3:1,4:4,5:1	8	6	2:5	1:2,3:1
导向带动	145	12	1:54,2:11,3:13,4+:14	1:44,2:4	1:17,2:4	1:24,2:21,3:7	1:6,3:1,4+:2
计 B181	42	7	1:23,2:4,3:2,5+:5	15	1:5,2:1	1:8,2:9,3:4	1:2,4:1
计 B182	41	0	1:18,2:4,3:2	13	0	1:7,2:2	1:1
软 B181	31	3	1:13,2:3,3:3,4:1,5+:5	1:6,2:3	1:5,2:2	1:4,2:5	5:1
软 B182	31	2	3:6,4:1,5+:2	1:8,2:1	1:7,2:1	1:5,2:5,3:3	1:3,3:1

对三组教学模式下的教学人数按照它们的最小公倍数进行扩大,得到图 3 所示的 6 个实验采分情况对比图。从图 3 可以看出,在 6 个实验中,导向式分层次带动学习模式在 5 个不同的实验中均优于其他两种教学方案。

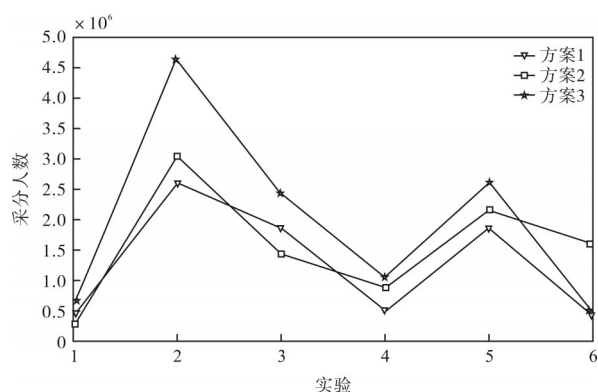


图 3 三种教学模式在各实验下的采分人次的对比

图 4~图 6 分别以学时较多的实验 2、实验 5 和实验 6 为例,展示了三种教学模式在采成绩人次上的对比情况(其中方案一表示分组学习,方案二表示带动学习,方案三表示导向式分层次带动学习)。在图 4 和图 5 中,方案一中采成绩人次在 4 次以上的为 0,而方案二明显少于方案三。因此方案三在

不同的采成绩人次上均具有一定的优势。在图 6 中,虽然方案二采成绩人数多于方案三,但是采成绩 4 次以上的为 0。由此可见,通过问题导向的带动式学习方式不仅可以调动更多学生的积极性,而且还激发了学生创新学习和作为组长的团队精神,使学生在学的过程中不仅有知识可学,还有知识可教。

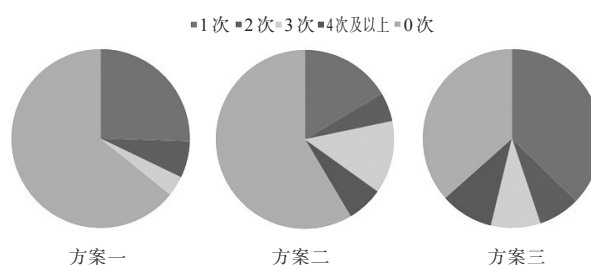


图 4 三种方案“实验 2”采成绩人次的对比情况

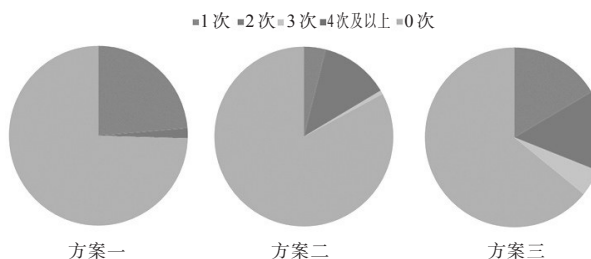


图 5 三种方案“实验 5”采成绩人次的对比情况

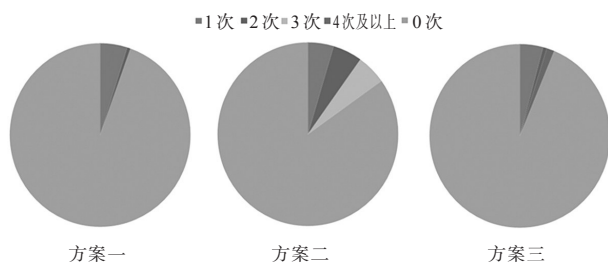


图6 三种方案“实验6”采成绩人次的对比情况

数据结构是一门理论与实践相结合的课程。如何在有限的教学时间内充分调动学生的学习积极性,是一件需要教师不断探索的事情。本文通过对数据结构实验教学过程的不断总结和思考,提出了导向式分层次带动学习模式,给出了不同层次学生的学习及提升方法和创新式学习方案。通过三个阶段使用不同教学方法的实验分析结果可见,导向式分层次带动式学习模式对提高学生的学习积

极性有极大的促进作用。

参考文献

- [1] 张程,何毅,肖建良.《数据结构》课程实验教学改革探索[J].现代计算机:专业版,2017(30):63-65.
- [2] 史建焘,李秀坤,姜久.国外高水平大学算法与数据结构实验课程研究[J].计算机教育,2016(11):163-166.
- [3] 贾银江,贺莉莉,郑萍.数据结构实验的分层次教学[J].计算机教育,2014(4):60-62,72.
- [4] 牛秋月,唐国良.新工科背景下数据结构教学改革[J].教育现代化,2018,5(22):76-77.
- [5] 张玉华,周克兰.“数据结构”分层次实验教学的探索与实践[J].计算机教育,2009(3):108-110.
- [6] 玄光男.遗传算法与工程优化[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [7] 汪定伟.智能优化方法[M].北京:高等教育出版社,2007.

Research on the Driving-oriented Experimental Course of “Data Structure” Based on the Hierarchical Teaching

CUI Yan^a, ZHU Shi-dong^a, CAO Fu-yi^b, JIANG Liu^a, DAI Qin^a

(a.College of Information Science and Technology Department, Shenyang Institute of Engineering, Shenyang, 110136, China)

Abstract: The full-time undergraduate course "data structure" has strong theoretical nature. The students' different programming foundation and the lack of the combination between teaching content and practical application make the course hard to study. In this paper, the stratification driven oriented experimental teaching scheme is proposed. Through the teachers' control of the students' programming ability at the beginning of the semester, the students are leveled and the experimental tasks are given by levels before the class. In the class, through the design of selecting driving team leaders, improving procedures, innovating learning and the promotional channels to different levels, the students' enthusiasm are aroused. In the experimental analysis, through the implementation of different experimental teaching programs for our 13 classes in the four different sessions, the driving-oriented level learning method is effective.

Keywords: data structure; experimental teaching; hierarchical teaching; mode

(责任编辑 祁刚 校对 伯灵)