

基于线下线上混合模式的算法设计与 分析课程构建与实践*

李妮娅 张永刚 朱允刚

吉林大学计算机科学与技术学院, 长春 130012

摘要 算法设计与分析是计算机科学相关专业的重要基础课, 具有逻辑性强, 难度大的特点, 学生要通过大量练习和编程实践才能够达到较好的学习效果。针对这些特点, 课程近年来将传统的线下一教学模式改为线下线上混合教学模式, 借助在线技术从时间和空间两个维度扩展传统课堂教学, 重点强调教学互动和能力培养, 并为学生提供自学和实践平台, 目前收到了较好的反馈。论文首先给出了课程的线下线上混合模式, 然后基于该模式构建了课程体系, 最后展示了一个该体系支撑下的教学案例。教学实践表明, 教学效果和学生能力得到了提高。

关键字 线下线上, 混合教学模式, 算法设计与分析, 课程体系

Course Construction and Practice of the Design and Analysis of Algorithms on the Offline and Online Mixed Mode

Li Niya Zhang Yonggang Zhu Yungang

College of Computer Science and Technology, Jilin University, Changchun 130012, China

Abstract—The Design and Analysis of Algorithms is an important foundational course in Computer Science and related majors. Its characteristics are strong logicity and high difficulty for learning. Students need to practice and program extensively to reach a good effect. To these characteristics, the course changed the traditional offline teaching mode to the offline and online mixed teaching mode. It expands the traditional teaching in two dimensions of time and space by online technologies, emphasizes the teaching interaction and ability development, and provides a self-learning and practical platform for students. The course has received good feedback from students. In the paper, the offline and online mixed model of the course is gave firstly; the course system is constructed based on the model; a teaching case is presented supported by the system. The teaching practice shows that the teaching effect and students' ability have been improved.

Keywords—Offline and Online, Mixed Teaching Mode, Design and Analysis of Algorithms, Course System

1 引言

近年来, 很多成功案例表明, 线上教学在教学过程重现和教学互动形式方面, 具有独特的优势, 能够明显调用学生学习的积极性和主动性^[1-4]。线下线上混合教学模式已经成为提升课程建设质量的一个重要手段^[5-8]。

算法设计与分析课程(下文简称为算法课程)作为本校计算机科学相关专业的重要基础课, 要求学生在 学习过程中熟练掌握多种算法设计策略, 最终具备综

合运用设计策略解决实际问题的能力。课程逻辑性强、难度大, 需要大量练习和编程实践。

但是实际教学时, 学生人数多, 能力差异大、学习状况多、互动效率低、难以调动尾部学生的学习积极性。

基于上述情况, 近年来算法课程建设开始分解教学目标、针对具体目标选择教学方法、丰富教学手段、拓宽互动形式。充分利用多媒体教室、智能终端、互联网等软硬件环境设计线下线上混合教学模式, 保留线下教学优点, 发挥线上教学优势, 逐个应对问题, 优化课程建设。目前已经取得了较好的效果。

2 线下线上混合模式

算法课程要求学生掌握算法的基本分析方法和多种算法设计策略, 最终具备综合运用设计策略解决实际问题的能力。即由浅入深, 要求学生依次达到学会、

* **基金资助:** 本文得到吉林省产学研合作协同育人项目: 101 计划背景下面向拔尖人才培养的算法设计与分析课程研究与实践; 吉林省高等教育教学改革研究课题: 基于 MOOP 的“一体 五维”数据结构课程实践教学体系构建与实施(JLJY202390507926); 教育部产学研合作协同育人项目: 数据结构在线开放实践金课建设及应用示范(220901311230544)资助。

掌握和运用三个程度。据此，课程建设划分为课堂教学、课堂练习、课下作业、编程实验四个形式；成绩考核分成平时成绩、实验成绩和期末试卷成绩三部分。课程建设和成绩考核方式明确要求教师和学生：兼顾课上和课下、理论和实践、学习和应用、平时和期末。从教师角度来看，强调了对学生日常学习的关注和实践能力的培养；从学生角度量来看，强调了功夫用在平时，避免得过且过混到期末再说的侥幸心理。

但是，课程建设实现时会面临一些具体问题。算法课程春季学期平行开设六门大班课，每门课的人数在 120 人以上。教学过程中，学生事假病假多、能力差异大、课堂互动节奏慢、教师评定平时成绩和实验成绩工作量大。为了解决这些问题，课程尝试了一系列线上教学手段。

目前学生在线学习主要有三种手段：线下课堂直播录播、在线课堂直播录播和线上录屏教学。它们都支持在时空两个维度上扩展线下课堂，但是也存在明显差异。线下课堂直播录播对真实课堂环境进行记录，

学生能够在线感受到课堂气氛，但不能互动。在线课堂直播录播模拟课堂环境，教师和学生加入在线课堂完成教学任务，能够互动，但形式和程度受课堂屏幕限制。线上录屏教学由教师提前录制，可以按知识点组织内容，但学生不参与录制过程，没有互动环节。

基于上述差异，针对学生事假病假多的特点，课程采用线下课堂直播录播，按课时划分授课内容，学生根据缺勤情况进行学习和复习；针对学生能力差异大的特点，课程采用线上录屏教学，按知识点划分授课内容，学生可以针对性地学习和复习；针对突发情况教师无法线下授课的情况，课程采用在线课堂直播录播，师生同步在线完成教学任务。这三种方式对线下课堂做了有效的延展，但是教学互动的支持能力有限，不能解决课堂互动节奏慢、学生摸鱼，以及教师评定平时成绩和实验成绩工作量大问题。为此，课程将一些教学活动迁移到在线教育平台上，使教师能够借助平台完成一些事务性工作，及早发现掉队的学生，进行谈话和指导干预。图 1 展示了算法课程的线上线下混合模式。

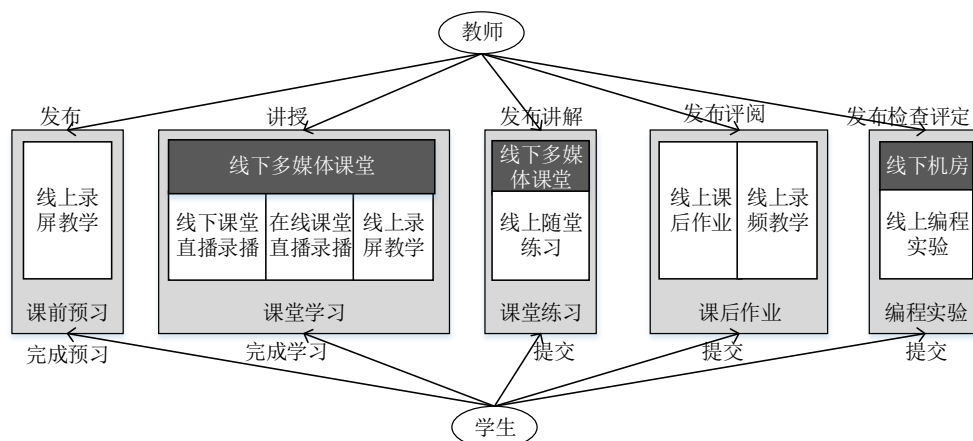


图 1 算法课程的线上线下混合模式图

图 1 的课堂学习板块中，选择了线下课堂直播录播、在线课堂直播录播和线上录屏教学三种在线手段。其他板块中，无论线下线上课堂，都由教师基于在线平台发布学习任务，学生登录、完成、提交后，教师检查、批阅、汇总。当师生同时线下时，随堂练习在线下课堂上发布，编程实验在机房实验课堂上发布。

该模式将讲授式、练习式、实验式、谈话式等多种教学方法和多媒体、板书、直播、录播、录屏、在线互动、在线测评等多种线下线上教学手段结合到一起，尽可能调动学生的积极性和主动性，从而提高授课效果，改进授课质量。

3 混合模式下的课程体系构建

线下线上混合模式下的算法课程大班课体系分为线下线上两个部分：线下部分在多媒体教室和学院机

房完成；线上部分利用学在吉大平台、超星平台和 PTA 系统完成。课程以线下为主线线上为辅，通过线下教学触发线上活动，产生的有效数据最终汇总到学生成绩当中。图 2 展示了混合模式下算法课程体系的构成。

图 2 右侧展示了学生成绩的构成。已知课程从三部分内容考核学生成绩：平时成绩包括课堂签到、录屏收看、课堂练习和课后作业等，主讲教师在超星平台上设定规则和权重，平台据此计算各个数据，换算为百分制；实验成绩由实验课教师根据 PTA 系统对实验程序的排名结果和面对面检查情况评定成百分制；期末试卷采用纸质试卷组织闭卷考试，主讲教师负责阅卷，按百分制评分。三个成绩最后加权，百分制表示学生最终成绩。

图 2 左上部分展示了线下教学情况。主讲教师在多媒体教室完成理论教学任务，包括采用多媒体设备和板书形式授课；在手机端实时发起和收集课堂签到、

课堂练习和问卷调查等在线活动。实验课教师在机房完成实验教学任务，包括发布和收集实验程序，以及面对面提问检查程序。

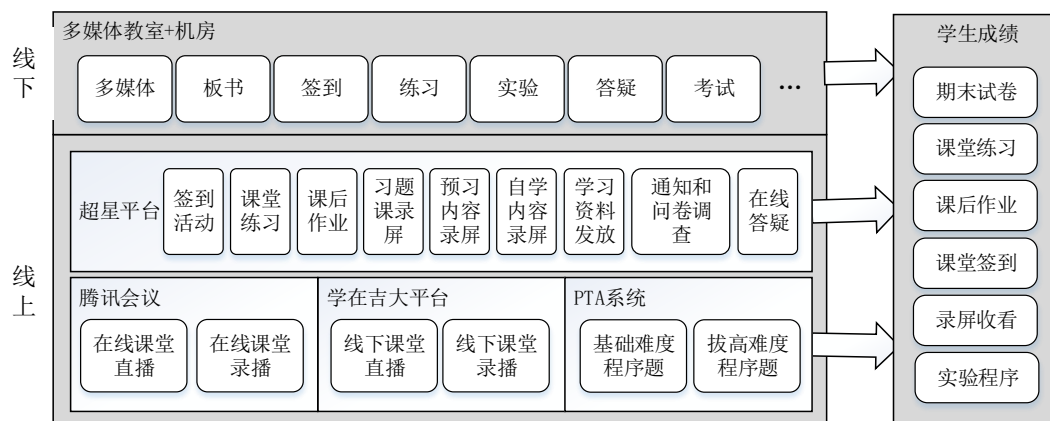


图 2 算法课程体系构建图

图 2 左下部分展示了线上教学涉及的四个平台系统：学在吉大平台、腾讯会议、超星平台和 PTA 系统。腾讯会议软件支持师生在线课堂直播和录播，下文不再赘述。

学在吉大平台实现对线下课堂教学的记录和传播。它通过多媒体教室中的摄像头、麦克风等终端设备实现课堂直播和课堂录播。学生在手机端下载“学在吉大 APP”就可以实现异地异时收看。

超星平台辅助教师完成多种在线教学活动。教师除了可以实时发起、终止和收集课堂签到、课堂练习、课后作业、通知和问卷调查等活动外，还可以发放录屏资料和学习资料。这样，教师就可以向学生传递需要预习的课前知识、需要自学的扩展知识、需要重点

掌握的课堂知识、以及作业讲解和习题讲解等。学生除了使用平台完成上述学习活动，还可以通过聊天功能与教师在线交流和答疑。教师平时通过平台数据关注学生学习情况；期末时借助统计功能加权计算，得到学生的平时成绩。

PTA 系统实现对学生编程能力的自主测评。为了训练和考察到所有程度的学生，课程设计了两种难度的程序题集：学生必须完成基础难度的程序题，可以选做拔高难度的程序题。学生在机房实验课上登录 PTA 系统，PTA 系统对学生提交的程序自动测评，并将成绩细节和排名提供给实验课教师。实验课教师对每个学生面对面抽查，最终根据所有数据计算实验成绩。

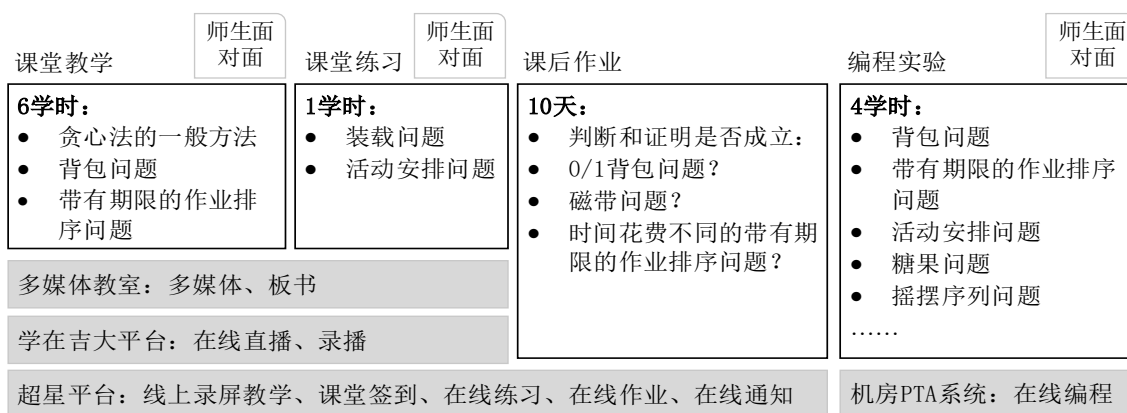


图 3 贪心法教学内容设计一览表

综上，上述算法课程体系全面覆盖课程，教师和学生都可以从在线技术中获得帮助，在保证教学效果稳中求升的前提下，大班授课速度获得了一定的提升，缩短了与小班授课速度的差距。

4 课程体系的教学案例

本小节以贪心法为例，说明在上述体系支撑下如何完成教学目标。

贪心法的教学目标是要求学生掌握贪心法适用的问题特点、贪心法的优缺点、贪心解的最优证明和一些经典案例，从而具备用贪心法解决问题的能力。其中最优化证明是学习难点。

图3列出了课程体系下贪心法的详细教学内容，图中灰色矩形框表示教学手段覆盖到的内容。在时间顺序上，课堂教学完成后，课堂练习和课后作业可以同步开展，课堂练习完成后编程实验开始。前三项支撑学生平时成绩，编程实验支撑学生实验成绩。四项内容全部完成后，贪心法的教学任务结束。

表1 贪心法在线活动学生参与情况一览表

发布时间	活动	人数
03/07 课堂	签到	160人
03/14 课堂	签到	150人
03/20 课堂	签到	159人
03/20 课堂	练习：装载问题贪心解的最优证明	152人
03/20 课堂	练习：判定活动安排问题的最优量度标准	158人
03/20 课下	作业	156人

本学期加入班级群的学生共计170人，其中162人是大班课选课学生，8人是重修或其他学生。根据超星平台数据统计，教师在贪心法授课过程中发布签到3次，课堂活动2次，作业1次。发布时间和学生参与人数如表1所示。教师在课堂上利用手机端实时发起练习活动，学生在手机端提交回答后，教师从手机端全面收集学生反馈和终止练习活动，接下来展开后续讲解。教师在课下批阅完平台中学生提交的作业后，向学生开放贪心法作业习题部分的线上录屏讲解。录屏开放第20天，学生收看率达到49%。

贪心法实验课上，学生必须在PTA系统上完成至少2道基础难度题，可选0-3道拔高难度题。从完成速度上看，约有1/10-1/8左右的学生能够在实验课4学时内完成5道程序题，绝大部分学生愿意课下继续完成所有程序题。

贪心法在原来单一线下教学模式时，课堂讲授基本上占据了全部学时，实验成绩基于学生报告评定。现在，借助在线教学手段，课堂练习能够得到全面及时地反馈，课堂录播和线上录屏为课后复习提供了支持和帮助，在线测评突出了评定的客观性。这些好处使得课堂节奏加快、课堂互动增多，授课效率提高。

5 结束语

算法课程作为计算机科学相关专业的重要基础课，强调理论与实践相结合、注重训练学生思维，不仅培养学生分析问题的能力，更希望学生具备解决问题的能力。为此，算法课程建设尝试兼顾教师和学生、理

论和实验、平时和期末、学习和应用，希望能够突破学生水平、学生人数的限制，挖掘学生潜力，向大班课要小班课授课效果。

算法课程建立了一个适合自身特点的线上线下混合模式。该模式保留了传统线下教学的优点，同时利用线上教学在教学过程重现和教学互动方面的优势，将在线教学理念和技术全面融合到了线下课堂中。基于该模式，课程提高学生能力的考核，给出了一个完整的线上线下课程体系。

在课程体系建设初期，教师需要投入较多精力来准备和整理课程资源，包括录制知识点和习题课、建设作业题库和实验课题库等。进入平稳期之后，线上平台软件的优势开始显现出来，它能够帮助教师灵活、快速、全面地完成许多事务性工作，教师的工作量得到迅速收敛。体系运行的四年里，基本满足了线上线下、长期短期、人多人少、应届重修、理论实践、同步异步、直播录播等多种教学要求。

学生的学习兴趣和学习能力也有明显提高。表现为课堂出勤率高、课堂节奏快；课下作业质量高、师生交流多。2023年春季，算法课程在学生课程质量评价系统中排名学院前1/4。近年来，学生参加中国计算机学会计算机软件能力CSP认证，全国高校排名从20名左右升至10名左右。学生参加全国大学生计算机系统与程序设计竞赛，排名稳居全国高校第10名左右。

综上所述，算法课程体系提升了教学效果，提高了学生能力，并为今后的持续提高提供了可能。

参考文献

- [1] 王曙燕, 郑佳妮, 王燕, 王春梅. “赋能教育”的混合教学模式设计与实践——以数据结构与算法课程为例[J]. 计算机教育, 2020(4): 110-113.
- [2] 张俭鸽, 侯雪梅, 杨奎武. 数据结构与算法线上线下混合教学模式探索[J]. 计算机教育, 2022(6): 74-78.
- [3] 刘伟, 胡为, 黄辛迪. 算法分析与设计一体化在线教学与实验体系的构建与实践[J]. 计算机教育, 2020(9): 15-18.
- [4] 詹志辉. 线上互动式教学模式新探索[J]. 计算机教育, 2021(1): 18-21.
- [5] 李鹏伟, 黄佳佳, 吕从东. 混合教学模式下的网络空间安全课程教学改革[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(5): 136-140.
- [6] 柏琪, 许睿婧, 余星星. 高校“线上线下混合式教学模式”的探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(2): 75-78.
- [7] 王晓芳, 荆山, 吴鹏, 乔善平, 赵燕, 黄艺美. 线上线下混合教学模式在程序设计类课程教学中的应用[J]. 软件导刊, 2023, 22(6): 85-90.
- [8] 李娟, 孙方, 张冰心. 混合教学模式下的数据结构课程教学改革与实践[J]. 软件导刊, 2023, 22(6): 129-134.