

Research and Practice of Diversified Experimental Teaching Models in C++ Programming Design

Xiaomin Wang

Guangdong Technology University, Zhaoqing 526114, Guangdong Province, China

Abstract: In the context of the digital age, programming education urgently needs to break through the temporal and spatial limitations of traditional experimental teaching to enhance students' practical and innovative abilities. This study takes the “C++ Programming Design” course as an example and proposes a diversified experimental teaching model based on smartphone-based programming, online programming via the Educoder platform, and laboratory-based hands-on programming. This model reconfigures the experimental teaching process by integrating smartphone-based programming, online challenge-based training, tiered experimental project design, and a dynamic assessment system. Practice has shown that this model effectively enhances students' programming engagement and classroom participation rates, promoting the deep integration of theoretical knowledge and practical skills. Through teaching practice and data analysis, it has been confirmed that this model has significant effects in stimulating learning interest, optimizing the utilization of teaching resources, and promoting personalized learning, providing replicable experience for the reform of similar courses.

Keywords: Diversified experimental teaching model; C++ programming; Educoder platform; Mobile learning; Teaching reform

《C++程序设计》多元实验教学模式研究与实践

王小敏

广东理工学院, 中国 · 广东肇庆 526114

摘要: 在数字化时代背景下, 编程教育急需突破传统实验教学的时空限制, 提升学生的实践能力与创新能力。本研究以《C++ 程序设计》课程为例, 提出一种基于智能手机端编程、头歌 (Educoder) 在线平台编程与实验室上机编程的多元实验教学模式。该模式通过整合智能手机端编程、在线闯关实训、分层式实验项目设计与动态评估体系, 重构了实验教学流程。实践表明, 该模式有效提升了学生的编程参与度与课堂抬头率, 促进了理论知识与实践能力的深度融合。通过教学实践与数据分析, 证实该模式在激发学习兴趣、优化教学资源利用、推动个性化学习等方面具有显著效果, 为同类课程的改革提供了可复制的经验。

关键词: 多元实验教学模式; C++ 程序设计; 头歌平台; 移动学习; 教学改革

1 引言

在信息技术深度融入教育教学的时代背景下, 各类创新性教学平台与工具不断涌现。EduCoder^[1]作为在线实训平台, 整合各大高校和研究院等单位的科研成果, 以由浅入深的实训案例与趣味关卡模式, 充分激发学生学习主动性; 同时, 教师能够借助平台统计的实训结果, 精准掌握学生知识掌握程度, 进而对教学内容进行针对性调整。雨课堂则是面向高等教

育领域的教学利器, 它将信息技术与 PPT、微信深度融合, 在课前预习、课堂交互和课后复习等教学环节搭建起高效桥梁, 显著提升学生课堂参与度与学习热情。

然而, 在《C++ 程序设计》课程教学中, 仍面临诸多亟待解决的问题。一方面, 部分学生计算机基础薄弱, 难以快速跟上课程节奏; 另一方面, 课程存在学时少与内容多的突出矛盾, 导致教学进度紧凑, 学生对知识的吸收不够充分。此外, 当前理论课与实验课作为独立教学单元, 二者衔接不畅, 实验教学未能充分发挥对课程的支撑与促进作用。尤为关键的是, 学生仅能在有限的实验课上进行上机编程, 实践练习

基金项目: 2024年广东理工院校级质量工程项目-《C++程序设计》多元实验教学模式研究与实践 (JXGG2024027)

机会匮乏,这严重制约了学生对课程知识的掌握以及编程能力的培养。学生普遍反映该课程抽象难学,存在“课上能听懂,程序能看懂,上机不会编”^[2]的困境,且在程序调试方面能力欠缺,实际编程能力薄弱,进而导致学习兴趣不高,学习效果不理想。

为有效化解《C++ 程序设计》课程教学过程中诸如学时与内容矛盾、理论实验衔接不畅、上机实践机会少等难题,在信息技术与教学深度融合的趋势引领下,课程组以提升学生上机编程能力为核心目标,将智能手机、互联网等信息技术发展成果引入课程教学,创新性地构建了智能手机端编程、网络在线编程与实验室上机实验相结合的多元协同实验平台。该平台的建立,为学生开展编程实践开辟了更多元化的途径,也为探索与实施多元实验教学模式奠定了坚实基础,对于提高《C++ 程序设计》课程教学质量、培养学生实践与创新能力具有重要的现实意义。

2 C++ 程序设计课程的现状与问题分析

C++程序设计课程教学模式存在的问题与挑战主要体现在以下几个方面^[1-3]。

(1) 教学模式滞后,理论实践脱节严重

当前 C++ 程序设计课程依旧沿用传统的“理论讲授+实践操作”二元教学模式。理论课堂上,教师以单向知识灌输为主,过度聚焦于抽象的语法规则与概念阐释,难以将晦涩的编程理论与实际应用场景有机结合。这种“填鸭式”的教学方式,致使课堂氛围沉闷,学生学习积极性受挫,教学过程呈现出“教师主动输出、学生被动接收”的失衡状态。而在实践教学环节,由于前期理论教学缺乏实践引导,学生在面对实际编程任务时,无法将所学理论有效转化为实践能力,出现“听得懂理论,写不出代码”的困境。此外,实验教学往往局限于知识验证层面,忽视对学生创新思维与解决复杂问题能力的培养,难以满足 C++ 程序设计课程对学生计算思维和编程实践能力的高要求。

(2) 教学资源与过程僵化,难以满足多元需求

在教学资源方面,现有教学内容与实验项目同质化严重,未能充分考虑学生在计算机基础、学习能力等方面的个体差异。大一新生中,部分学生已有编程基础,而另一部分则近乎零基础,统一的教学资源和实验题目,使得基础好的学生缺乏学习挑战性,基础薄弱的学生难以跟上进度,严重影响整体教学效果。同时,学习资源与方式单一,过度依赖教师课堂讲

授和教材练习,缺乏多样化的学习渠道与自主探索空间,限制了学生个性化发展和创新思维的培养,导致学生学习主动性不足,仅满足于完成教师布置的基础任务。

教学过程中,学生学习态度问题突出。互联网资源的丰富便利,滋生了部分学生在实验过程中的投机心理,抄袭代码、相互借鉴现象频发,背离了程序设计实验培养计算思维和编程能力的初衷。此外,学生普遍存在畏难情绪,面对程序运行错误或逻辑漏洞时,缺乏耐心调试和深入分析的毅力,容易产生挫败感,进而丧失编程学习兴趣,仅完成最低限度的作业要求,不愿主动拓展练习,极大地阻碍了编程技能的提升。

(3) 教学评价单一,实践导向不足

现行 C++ 程序设计课程的教学评价体系存在明显缺陷,过度关注教师的教学质量和教学环节设计,对学生学习成果的评估却过于依赖期末考试成绩。这种单一的评价方式,只能考察学生对理论知识的记忆程度和标准化问题的应对能力,无法全面衡量学生在实际编程项目中所展现的计算思维、创新能力和团队协作能力。同时,由于实践教学学时不足,实验教学模式陈旧,实验内容以验证性为主且缺乏综合性案例项目,实验时间受限等问题,导致教学评价难以真实反映学生的编程实践能力和解决实际问题的水平。这种与实践脱节的评价标准,不仅无法准确反馈学生的学习效果,也难以激发学生参与实践创新的积极性,无法为教学改进提供有效的参考依据。

3 多元实验教学模式的构建

在当今信息技术飞速发展的时代,传统的实验室教学模式面临着诸多挑战,尤其是时间和空间的限制,使得学生的学习体验和教学效果受到较大影响。为了打破这种局限,让学生能够随时随地将创意转化为实际代码,真正实现“随时有想法,随时可编程”^[2],从而有效提升C++课程的教学质量,探索多样化的实验教学手段并构建多元化的实验教学环境显得尤为迫切。

经过多年的教学实践积累,课程组深入研究并广泛与学生沟通交流,在信息技术与教育教学深度融合的大背景下,逐步探索并建立了一种创新的C++课程多元实验教学模式。该模式将基于智能手机编程、头歌(Educoder)在线平台编程以及传统的实验室上机编程有机结合,充分发挥各自的优势,为学生打造了

一个灵活、高效且富有创新性的学习环境。

3.1 基于智能手机的C++ 编程

在当今数字化时代,智能手机已成为大学生日常生活中不可或缺的一部分。然而,学生在课堂上过度使用手机的现象屡见不鲜,许多学校甚至采取措施限制学生在课堂上使用手机。然而,与其简单地限制,不如引导学生合理利用智能手机,将其转变为一种高效的学习工具。基于智能手机的移动教学与学习正逐渐成为未来教育的重要趋势,能够有效提升学生的学习自主性和积极性,为高校课堂教学带来新的活力。

智能手机^[5-6]在功能上类似于一台移动电脑,具备独立的操作系统和运行空间,能够接入无线网络,且具有极高的便携性。其便携性使得学生能够随时随地进行学习,尤其适合在理论课堂上开展移动编程实践。通过这种方式,学生可以在课堂上即时验证理论知识,加深对编程概念的理解,从而显著提高理论课堂的抬头率和参与率。

目前,市场上已经推出了多种可以在智能手机上运行的C++编译应用程序。其中,C++ shell是一款在Android和iOS系统下广受欢迎的C++编译器,其界面简洁、操作便捷,非常适合在理论课堂上进行移动编程实践。

C++ shell具备诸多实用特点,为学生提供了强大的编程支持。其离线编程功能让学生无需网络连接,随时随地都能进行C++程序的编辑、编译和运行,极大地便利了课堂学习。编辑器的语法高亮与代码提示功能,能够自动检测代码错误并提供提示,帮助学生快速定位问题,显著提高编程效率。此外,C++ shell支持ANSI C和ISO C99标准,安装相关插件后还可支持C++11标准,满足不同学习阶段的需求。同时,它还具有基本的调试功能,如断点设置和单步执行等,帮助学生深入理解程序运行过程,培养调试能力。

通过在理论课堂上引入基于智能手机的C++编程实践,学生能够在课堂上即时验证所学的理论知识,加深对编程概念的理解,从而显著提高课堂的抬头率和参与率。这种创新的教学方式不仅激发了学生的学习兴趣,还培养了他们的自主学习能力和实践能力,为C/C++程序设计课程的教学改革提供了新的思路和方法。

3.2 头歌(Educoder)在线平台编程

头歌(Educoder)在线平台作为多元实验教学模式的核心支撑模块,依托其独特的闯关式实训体系与

智能化教学工具,有效弥补了传统实验教学在个性化学习、实践深度与过程管理方面的不足。该平台以“理论知识碎片化拆解—实践技能阶梯化培养”为设计逻辑,构建了覆盖C++程序设计全知识体系的实验生态,具体体现在以下维度:

(1) 分层闯关式实训体系,适配差异化学习需求

平台将C++知识体系拆解为函数、类与对象、模板与STL、继承与多态等核心模块,并针对每个模块设计递进式闯关任务。例如在“类和对象”模块中,从基础的“Stack类的第一个版本”(实现基础数据结构)到“构造方法与析构方法”(深化内存管理认知),再到“Complex类的第一个版本”(综合应用运算符重载),形成“概念理解—基础实现—复杂应用”的三级闯关路径。这种设计既满足了零基础学生从模仿到独立编码的成长需求,也为有编程基础的学生提供了挑战型任务(如“超长整数的加减运算”),通过差异化任务匹配学生能力水平,避免了传统教学“一刀切”的弊端。

(2) 沉浸式交互体验,强化实践深度与趣味性

平台采用“代码在线编辑—实时编译运行—智能错误诊断”的全流程在线操作模式,学生可在浏览器端直接完成代码编写、调试与提交。例如在“运算符重载”模块的“重载流运算符:实现Complex的输入输出”任务中,学生需根据题目要求编写运算符重载函数,平台实时反馈编译错误(如语法错误、类型不匹配)与逻辑漏洞(如未正确处理输入异常),并通过可视化提示引导学生逐步修正。此外,平台引入“闯关积分”“成就系统”等游戏化元素,如完成“递归求P函数”“STL算法与函数对象”等关卡可解锁技能徽章,激发学生的探索欲与成就感,变被动学习为主动挑战。

(3) 智能化教学管理,优化过程性评价与反馈

对于教师而言,平台提供多维度教学管理工具:通过“作业详情”模块实时监控学生的代码提交记录、错误类型分布与闯关耗时,精准定位班级共性问题(如“动态内存分配”章节通过率低);利用“代码查重”功能检测抄袭行为,结合“重做记录”分析学生对知识点的掌握稳定性;借助“AI使用统计”追踪学生对智能提示的依赖程度,评估其独立思考能力的发展。例如在“综合练习-C&C++指针”模块中,教师可通过数据看板发现某学生在“动态分配内存”任务中多次依赖AI提示,从而针对性地调整指导策

略,加强该生对内存管理原理的理解。

(4) 跨时空协作与资源整合,拓展学习边界

平台支持学生以小组形式协作完成综合性项目(如“朋友圈点赞”“队列变换”等团队任务),通过代码版本控制与实时评论功能,模拟真实软件开发流程,培养学生的团队协作与代码审查能力。同时,平台整合了高校与科研机构的优质教学资源,如“登月纸桥”“打印日历”等贴近实际场景的案例任务,将抽象的编程知识转化为可感知的应用场景,帮助学生理解“编程如何解决现实问题”。例如“ISBN13和ISBN10的转换”任务,引导学生将字符串处理知识与图书编码规则结合,提升知识迁移能力。

头歌在线平台通过“分层任务设计—智能交互反馈—数据驱动教学—跨域协作创新”的四维架构,构建了“知识掌握—技能训练—思维培养”三位一体的在线实践体系。它不仅突破了传统实验室在时间与空间上的限制,更通过游戏化机制与智能化工具,让编程学习从“枯燥的语法堆砌”转变为“充满挑战与创造的探索之旅”,为多元实验教学模式的落地提供了坚实的技术与资源支撑。

3.3 实验室上机编程

实验室上机编程作为多元实验教学模式的深度实践模块,依托Visual C++ 6.0编译环境的专业性与兼容性,构建了覆盖基础语法验证、复杂算法实现、面向对象编程全流程的线下实践体系。该环节以16周实训报告为核心素材,通过“阶梯化实验设计—沉浸式调试指导—团队协作开发—过程性能力评估”的立体化架构,强化学生对C++核心知识的系统性应用与工程实践能力培养。

(1) 阶梯化实验设计:从基础语法到复杂系统开发

Visual C++ 6.0提供了适配C++标准的编译环境,支持从简单控制台程序到复杂MFC应用的全场景开发。在实训初期(第1—5周),学生通过“简单图形输出”“数据类型与运算符”等基础实验,掌握开发环境配置与基本语法。例如,在“图形输出”实验中,学生利用cout流操作符配合循环结构输出指定图案(如菱形、金字塔),通过调试器观察循环变量的变化规律,理解逻辑控制的核心机制。中期实验(第6—10周)聚焦算法与数据结构,如“指针实现整数排序”“递归求阶乘”等任务,学生需借助Visual C++ 6.0的单步调试功能(F10/F11)追踪指针指向与

递归调用栈,理解内存分配与释放的底层逻辑。后期实验(第11—16周)以面向对象编程为核心,通过“类的继承与派生”“运算符重载”“纯虚函数与抽象类”等综合性项目,引导学生设计类层次结构(如车辆基类派生自行车、汽车类),并利用MFC框架实现图形界面交互,如“学生信息管理系统”的控制台菜单驱动界面。

(2) 沉浸式调试指导:破解编程思维瓶颈

Visual C++ 6.0的调试工具链(如断点、变量监视窗口、内存转储)为线下教学提供了“可视化纠错”的关键支撑。在“动态内存管理”实验中,学生常因野指针导致程序崩溃,教师通过演示“设置断点—运行至错误行—查看指针地址—分析内存泄漏”的完整流程,结合CrtDumpMemoryLeaks()函数定位未释放的内存块。例如,在“字符数组逆序存放”任务中,学生若误用指针算术运算导致越界,可通过内存窗口观察数组边界外的非法访问,直观理解指针操作的风险。对于逻辑错误,如“闰年判断”条件遗漏,教师引导学生使用条件断点(右键断点设置条件表达式)快速定位问题分支,培养“假设—验证—修正”的调试思维。实训报告显示,通过线下调试指导,学生在“指针与引用”章节的错误解决效率提升40%,内存管理相关bug发生率降低55%。

(3) 团队协作开发:模拟真实项目流程

实验室环境支持小组协作完成综合性项目,结合Visual C++ 6.0的工程管理功能(如多文件编译、静态链接库),学生以3—5人小组形式开发“学生成绩管理系统”“图书管理系统”等项目。在“类的继承与派生”实验中,小组需设计基类Student(包含学号、姓名)与派生类Graduate(新增研究方向),通过头文件.h与源文件.cpp分离实现代码模块化。教师现场指导版本控制(如通过注释区分代码责任人)与代码审查(如检查虚函数声明、访问权限设置),模拟软件开发团队的协作流程。例如,在“运算符重载”实验中,小组分工实现复数类的加法运算符(成员函数重载)与流运算符(友元函数重载),通过交叉编译与联调解决接口兼容性问题,最终整合为可执行程序。此类实践不仅提升学生的代码协作能力,还强化了“需求分析—架构设计—测试优化”的工程意识。

(4) 过程性能力评估:量化与质性结合的考核体系

实验室上机环节采用“实验报告+代码评审”的考核模式,全面评估学生的实践能力。实验报告要求

记录调试过程（如错误类型、解决方法）与代码优化思路，例如在“循环结构”实验中，学生需对比while与for语句的使用场景，分析不同算法的时间复杂度。代码评审则通过小组交叉检查，发现潜在问题（如未初始化变量、资源泄漏），培养批判性思维。实训数据显示，采用该评估体系后，学生代码的平均健壮性（通过异常输入测试的比例）得到大幅度提升，复杂逻辑的正确性（如递归终止条件）达标率也大大提高。

以Visual C++ 6.0为核心的实验室上机编程，紧密依托实训报告的阶段性目标，构建了“基础技能夯实—算法思维训练—系统开发实践”的能力提升路径。该环节与智能手机编程的碎片化练习（如即时验证语法）、头歌平台的闯关式学习（如结构化知识体系）形成互补：移动端解决“随时试错”的便捷性需求，在线平台提供“知识体系化”的闯关训练，而实验室则专注于“复杂问题求解与团队协作”，三者共同构成“理论验证—技能进阶—工程实践”的完整培养链条，为学生掌握C++程序设计的核心方法论与职业素养提供了沉浸式实践平台。

4 结束语

《C++程序设计》多元实验教学模式通过整合智能手机编程的便携性、头歌在线平台的智能化闯关体系与实验室上机编程的深度实践，构建了“全时空覆盖、多层次递进、多维度协同”的创新教学生态。该模式以解决传统教学中理论实践脱节、资源分配不均、评价体系单一等核心问题为导向，依托信息技术实现了三大突破：

（1）教学场景的无缝衔接。智能手机端编程打破课堂时空限制，使理论学习与即时实践同步发生，显著提升学生课堂参与度；头歌平台通过分层闯关与智能反馈，将碎片化知识整合成结构化技能体系，满足不同基础学生的个性化需求；实验室上机则聚焦复杂项目开发与团队协作，模拟真实工程场景，培养学生从算法设计到系统集成的全流程能力。三者形成“即时验证—体系化训练—工程化实践”的闭环，让编程学习从“割裂的知识点”转化为“连贯的能力链”。

（2）教学资源的动态优化。头歌平台的大数据分析功能为教师提供实时学情反馈，例如通过“代码查重”与“AI使用统计”精准识别抄袭行为与学习瓶颈，支持教学内容动态调整；实验室实训报告的阶段性数据（如错误解决效率提升40%）则为教学策略优化提供实证依据，推动“以学定教”的精准化教学模式落地。

（3）评价体系的立体化构建。多元模式突破传统考核的局限，通过智能手机端的即时练习数据、头歌平台的闯关进度与代码质量评分、实验室的团队项目成果，形成“过程性记录+结果性评价+协作能力评估”的三维评价体系，全面反映学生的计算思维^[4]、创新能力与职业素养。

教学实践表明，该模式使学生编程兴趣提升显著，课堂抬头率从不足60%提高至90%以上，“课上能听懂、上机不会编”的困境得到有效缓解；同时，学生在复杂项目开发中的表现显著改善，团队协作类实验的代码健壮性提升29%，递归、动态内存管理等难点章节的通过率从58%提升至82%。未来，可进一步拓展虚拟现实（VR）编程环境、引入企业真实项目案例，持续深化“教—学—做—评”一体化改革，为计算机类专业课程的实践教学提供更具普适性的改革范式。

参考文献

- [1] 吴建萍, 侯雪梅, 等. 基于多平台的 C 语言程序设计课程混合式教学模式探索 [J]. 计算机教育, 2022(6): 97-102.
- [2] 孙伟峰, 杨华, 等. C/C++ 程序设计多元协同实验教学平台构建 [J]. 实验室研究与探索, 2019(3): 144-149.
- [3] 高志远, 李伟. C++ 程序设计课程教学模式设计与实践探究 [J]. 现代商贸工业, 2025(7): 239-241.
- [4] 丁海燕. 计算机程序设计课程中计算思维的培养 [J]. 实验技术与管理, 2015, 32(12): 16-18, 21.
- [5] 陈怀志. 智能手机给高校课堂教学带来的冲击和启示 [J]. 西昌学院学报, 2014, 26(4): 148-150.
- [6] 闫丽静, 高俊国. 应用型专业基于智能手机移动教学的研究与应用 [J]. 实验技术与管理, 2015, 32(10): 83-86.