

文章编号: 1672-5913(2025)02-0060-06

中图分类号: G642

AI 赋能 + 通专融合 + 产教融合的 C++ 编程基础课程教学探索

董 敏, 毛爱华, 毕 盛, 俞鹤伟

(华南理工大学 计算机科学与工程学院, 广东 广州 510000)

摘 要: 在新工科背景下, 针对 C++ 编程基础课程教学中面临的痛点问题, 提出以立德树人为根本, 以学生发展为中心, 将 C++ 编程基础公共基础课与新工科专业知识相融合, 探讨如何构建 1+X+Y 课程体系和课程内容, 如何改革教学方法及教学评价, 以帮助学生实现由“浅层学习”向“深度学习”转变, 培养学生的跨学科思维能力, 对新时期程序设计类课程教学改革创新进行有益探索。

关键词: C++ 编程基础; 1+X+Y 通专融合; 产教融合; AI 赋能; 跨学科

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2025.02.023

0 引 言

新工科是指以信息技术为核心, 融合多学科知识和技术, 致力于培养具有创新、实践和跨学科能力的工程技术人才^[1]。C++ 编程是计算机科学与工程领域中的重要基础知识。随着信息技术的快速发展和应用领域的不断扩展, 对具备 C++ 编程技能的人才需求也越来越大。传统的 C++ 编程基础教学模式存在一些局限性^[2], 传统模式通常将 C++ 语言的基本语法、面向对象编程等知识作为主要教学内容, 重知识轻能力、重语言轻设计, 缺乏与实际应用场景的结合, 无法适应新工科产业发展对程序设计能力培养提出的更高要求。为了打造深度学习的课堂教学, C++ 编程基础课程的课程改革势在必行。

1 C++ 编程基础课程的教学现状

C++ 编程基础是针对新工科专业 (包括智能

制造专业、机器人工程专业、大数据技术与数据科学专业、人工智能专业、微电子专业及集成电路专业) 等非计算机类专业的大一新生开设的一门重要的公共基础双语课程, 是大学生必须掌握的一项数字化技能, 培养学生的逻辑思维和解决问题的能力, 为他们日后的学习与职业发展打下坚实的基础。

2019 年 3 月习近平总书记强调坚持“八个统一”的教育理念^[3], 即坚持政治性和学理性相统一、价值性和知识性相统一、建设性和批评性相统一、理论性和实践性相统一、统一性和多样性相统一、主导性和主体性相统一、灌输性和启发性相统一、显性教育和隐性教育相统一, 不断增强学生的“四个自信”, 这为 C++ 编程基础的公共基础课教学指明了新的方向。

随着科技的飞速发展, 面临新工科背景下产生的新需求, 传统的 C++ 编程基础课程存在以下不足。

基金项目: 广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目“AI 赋能 + 通专融合 + 产教融合的 C++ 编程基础课程改革与实践”; 华为产学合作协同育人项目“基于端云协同应用开发的智能系统课程建设”; 粤港澳大湾区高校在线开放课程联盟 2024 年教育教学研究和改革项目“新工科背景下面向系统能力培养的编译原理课程教学探索”; 2024 年郑州云海科技有限公司教育部产学合作协同育人项目“希冀平台编译课程在线资源建设”; 华南理工大学本科深度学习课堂项目 (专创融合型)“编译原理 (AI 协同教学)”; 华南理工大学第十批探索性实验项目“面向创新能力培养的编译原理实验探索”; 广东省高校教学质量与教学改革工程项目“基于六步法的计算机硬件类全英文课程教学改革与实践”。

第一作者简介: 董敏, 女, 副教授, 研究方向为智能系统与物联网, hollymin@scut.edu.cn。

1.1 传统课程及教材内容通专融合性不强

现有的 C++ 编程语言课程及教材内容偏理论性,以学习语言的语法、语义、数据类型等内容为主,未能融入专业知识点及人工智能元素,重知识轻能力,重语言轻设计,缺乏实际应用与案例分析的环节。这导致学生对编程的兴趣和动力不足,难以将所学的知识应用于实际专业领域问题的解决。

1.2 难以实现差异化教学

传统的教学方法大多局限于传统的线下教学,以教师为中心,与信息社会发展对知识获取途径的多元化需求不适应。无法根据学生的个体差异和个性化发展需求因材施教,存在有的学生“吃不饱”,有的学生“吃不下”,不利于创新实践能力的培养^[4]。

1.3 产教融合不足

高校不了解相应产业需求,企业不熟悉教学规律,学生不熟悉国产化平台和技术,产教融合不足。在创新人才培养过程中,创新创业教育与

现有通专融合人才培养体系未能有机融合,如何贯穿第一课堂和第二课堂,怎样打通高校与产业的界限,仍待探索。

2 C++编程基础教学改革

2.1 构建贯穿融合的 1+X+Y 课程体系

1+X+Y 课程体系如图 1 所示,从“完整性、系统性、科学性、交叉性、发展性”等方面重构教学内容,确定有效的内容组织形式。

通用基础知识教学是培养学生 C++ 编程基本能力的重要部分,包括 C++ 编程语言的基本语法、数据类型、运算符、控制结构、数组、函数、面向对象编程等;专业实践技能教学旨在培养学生在特定领域应用 C++ 编程的实践能力,选择一个或多个 C++ 编程相关的专业实践领域,例如游戏开发、嵌入式系统、数据结构与算法、大数据分析等;学科拓展是指将教学与产业实践相结合,使教学内容与实际需求更加贴切,提高学生的就业能力和创新能力^[5]。

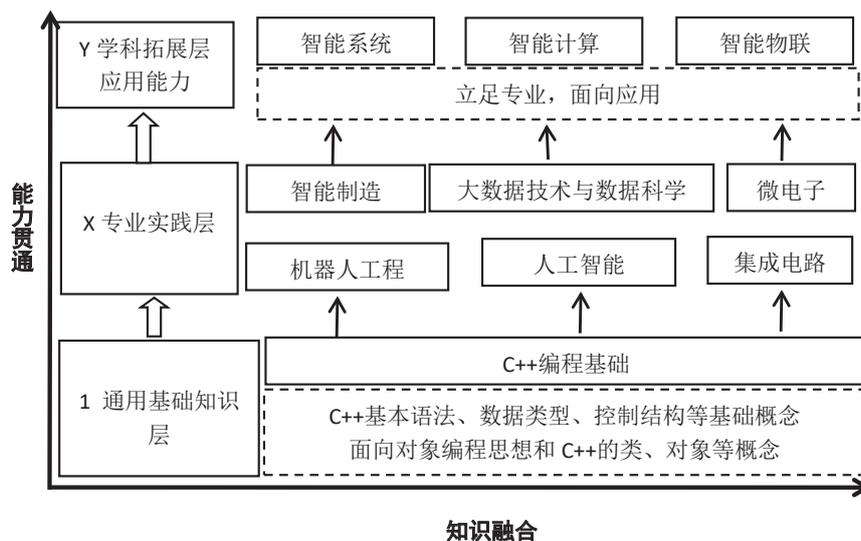


图 1 贯穿融合的 1+X+Y 课程体系

2.2 基于 AI 赋能、通专融合和产教融合的教学模式

在“知识—能力—素质”三位一体的教学目标下,建立基于 AI 赋能、通专融合和产教融合的创新教学模式(如图 2 所示)。从问题求解到设计实现、从实践驱动到产业驱动,全方位逐步提升学生的系统开发能力和创新创造能力。

2.3 面向新工科构建交叉融合课程内容

按照 5 个递进层次组织课程内容,并以知识集群横向聚合的方式覆盖基础性到高阶性知识的示例,涵盖 C++ 面向智能制造、机器人工程、微电子与集成电路、大数据分析、人工智能构建等交叉融合课程内容(见表 1)。

1) 通识了解层。

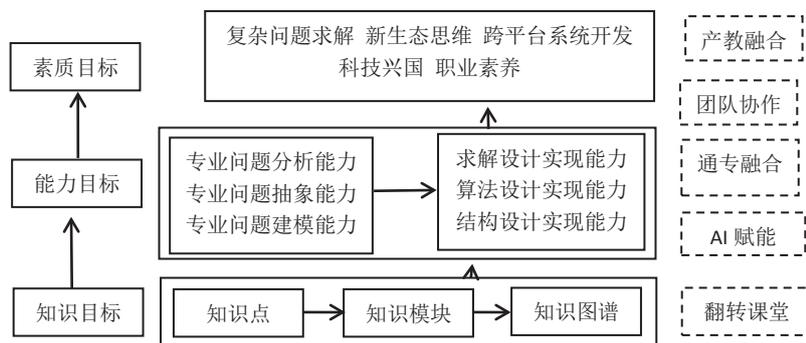


图2 三位一体教学目标及创新教学模式

表1 交叉融合课程内容

交叉领域	课程内容
C++ 面向智能制造	C++ 在工业控制系统中的应用：学习如何使用 C++ 编写工业控制系统中的控制算法和逻辑，实现智能制造过程的自动化和优化 C++ 与工业机器人视觉：探索使用 C++ 进行图像处理和机器视觉算法的开发，用于智能制造中的视觉检测和质量控制
C++ 面向机器人工程	机器人控制软件开发：学习使用 C++ 编写机器人控制软件，包括运动控制、路径规划、碰撞检测等功能，以实现机器人的精确控制 C++ 与机器人感知：研究如何使用 C++ 进行机器人感知数据的处理与分析，包括视觉识别、目标跟踪、环境感知等
C++ 面向微电子与集成电路	C++ 在嵌入式系统开发中的应用：学习如何使用 C++ 编写嵌入式系统的驱动程序和应用程序，包括与微电子器件和集成电路的交互 高级 C++ 技术与集成电路设计：深入研究使用 C++ 进行高级集成电路设计的技术，包括硬件描述语言和逻辑综合等
C++ 面向大数据分析	C++ 与大数据处理框架：学习如何使用 C++ 与大数据处理框架（如 Hadoop 和 Spark）进行大规模数据处理与分析，包括数据清洗、转换、建模等 C++ 与机器学习库：探索使用 C++ 与机器学习库（如 TensorFlow 和 PyTorch）进行机器学习算法的开发与部署
C++ 面向人工智能构建	C++ 与深度学习：学习如何使用 C++ 与深度学习框架（如 TensorFlow 和 Caffe）进行深度神经网络的构建与训练，用于图像识别、自然语言处理等任务 C++ 与自然语言处理：研究使用 C++ 进行自然语言处理任务的开发，包括文本分析、情感分析、机器翻译等

计算机科学导论：介绍计算机科学的基本概念、发展历程和应用领域，探索计算机在智能制造、机器人工程、微电子、大数据分析、人工智能等领域的应用。

2) 基础掌握层。

C++ 编程基础：学习 C++ 编程语言的基本语法、数据类型、流程控制、函数等，并进行简单的编程练习。

3) 交叉融合层。

C++ 面向智能制造、机器人工程、微电子与集成电路、大数据分析、人工智能构建等专业构建交叉融合的课程内容。以人工智能专业为例，C++ 在人工智能专业扮演着重要的角色，它不仅提供了强大的编程能力和性能优势，还为开发者提供了丰富的工具和库来实现各种复杂的 AI 算法。

例如，可以使用 C++ 实现机器学习中的线

性回归模型。具体步骤包括引入 Eigen 库（Eigen 库是一个 C++ 模板库，用于线性代数、矩阵和向量操作）；加载数据（从 CSV 文件读取数据，并将数据存储在 Eigen 的矩阵和向量中）；实现线性回归模型（使用矩阵运算公式进行线性回归模型的参数优化）；评估模型（计算模型的预测值与实际值之间的误差）。

这些内容将帮助学生深入理解 C++ 在智能制造、机器人工程、微电子、集成电路、大数据分析、人工智能等领域的应用。他们将学习如何使用 C++ 编写控制算法、图像处理算法、嵌入式系统驱动程序、大数据处理代码以及机器学习和深度学习模型的实现。通过这些实践，学生将获得在相关领域中应用 C++ 进行开发与创新的能力，为未来的职业发展打下坚实的基础。

4) 实践应用层。

C++ 编程基础可实践于不同的应用领域（见

表2), 包括游戏开发、嵌入式系统开发、图像处理和计算机视觉、网络编程、科学技术和数值模拟、大数据处理、智能系统和机器学习等。

以“人脸检测与识别”为例, 利用 OpenCV 中的人脸检测器和识别器, 实现人脸识别系统, 可应用在人脸门禁系统。具体实现步骤包括数据采集(通过摄像头捕获用于训练的人脸图像);

人脸检测与识别模型训练(利用 OpenCV 库进行人脸检测与识别模型的训练, 使用特征提取和机器学习算法进行人脸识别模型的训练); 实时人脸识别(使用训练好的人脸识别模型对实时视频流中的人脸进行识别, 如果识别出的人脸与数据库中的人脸匹配, 则运行开门, 否则拒绝开门)。

表2 实践应用领域及内容

实践应用领域	内容
游戏开发	C++ 在游戏开发中得到广泛应用, 因为它提供了高性能和低级别的控制。通过 C++, 可以编写游戏引擎、物理引擎、图形渲染、碰撞检测等关键组件。此外, C++ 还用于开发游戏逻辑、人工智能、多线程处理等
嵌入式系统开发	C++ 在嵌入式系统开发中具有重要地位。它可以用于编写底层驱动程序、操作系统内核、通信协议栈等。C++ 的高性能和直接内存访问能力使其成为开发实时系统和资源受限设备的理想选择
图像处理和计算机视觉	C++ 在图像处理和计算机视觉领域中被广泛使用。通过使用 C++ 的图像处理库(如 OpenCV), 可以进行图像增强、特征提取、目标检测、图像分割等任务。此外, C++ 还可用于实时视频处理和摄像头驱动程序的开发
网络编程	C++ 提供了强大的网络编程功能, 可用于开发高性能的网络应用程序。通过 C++ 的网络库(如 Boost.Asio), 可以实现 TCP/IP 和 UDP 通信、网络协议的实现以及网络服务器和客户端的开发
科学计算和数值模拟	C++ 在科学计算和数值模拟领域中广泛应用。通过使用 C++ 的数值计算库(如 Eigen、Armadillo), 可以进行矩阵运算、线性代数、数值优化等任务。此外, C++ 还可用于开发物理模拟、流体动力学、有限元分析等
大数据处理	C++ 在大数据处理和高性能计算领域具有重要地位。通过使用 C++ 的并行计算库(如 Intel TBB、OpenMP), 可以实现并行算法和多线程处理, 提高大数据处理的效率和性能
智能系统和机器学习	C++ 用于开发智能系统和机器学习模型的应用也很常见。通过使用 C++ 的机器学习库(如 TensorFlow、Caffe), 可以进行模型训练、推理、应用部署等任务。此外, C++ 还可用于开发机器学习算法、特征工程、模型优化等

5) 拓展产业层。

在拓展产业层, C++ 可应用于多个领域, 包括游戏开发、嵌入式系统、高性能计算、金融科技、大数据和人工智能、自动驾驶和智能交通等(见表3)。

例如 C++ 可以应用于嵌入式系统的智能家居控制系统中, 包括温度监测及控制、照明控制

以及远程访问控制, 可以使用 C++ 和 Arduino 来模拟家庭设备和一个简单的控制界面。

随着技术的不断发展以及新兴领域的涌现, C++ 的应用领域也在不断扩展。保持学习并关注最新的技术趋势, 不断更新并拓展行业知识, 有助于满足现代工程和科技领域的需求, 培养出具备广泛知识背景和跨领域能力的工程师和拔尖人才。

表3 拓展产业应用领域及内容

拓展产业应用领域	内容
游戏开发	C++ 在游戏开发领域广泛应用, 包括游戏引擎的开发、图形渲染、物理模拟、网络通信等方面。了解游戏开发框架和库, 如 Unity\Unreal Engine 等, 以及相关的图形编程与优化技术
嵌入式系统	C++ 在嵌入式系统开发中被广泛应用, 包括物联网设备、嵌入式控制器、汽车电子、航空航天等领域。了解底层硬件交互、实时操作系统、低功耗优化等技术
高性能计算	C++ 在高性能计算和科学计算领域被广泛采用, 如数值模拟、并行计算、大规模数据处理。了解并行编程模型(如 OpenMP、CUDA)、优化技术(如向量化、线程池等)以及相关的数值计算库
金融科技	C++ 在金融领域的高频交易、算法交易、风险管理等方面得到广泛应用。了解金融市场的特点和需求, 熟悉相关的金融数据处理、量化分析和交易系统开发

续表 3

拓展产业应用领域	内容
大数据和人工智能	C++ 在大数据处理和人工智能领域发挥重要作用，如分布式计算、机器学习框架（如 TensorFlow、PyTorch）的后端实现、高性能图像处理等。学习相关的大数据处理技术和机器学习算法
自动驾驶和智能交通	C++ 在自动驾驶系统和智能交通领域具有重要地位，包括感知、决策、控制等方面。了解相关的传感器技术、机器学习算法和实时系统开发

2.4 AI 赋能 + 实践驱动助力个性化差异化教学

借助希冀平台的 AI 助教，实现机器人 AI 助教智能答疑，构建 AI 赋能的 C++ 编程基础个性化差异化教学体系。探索线上线下混合式教学，建立线上知识点微视频资源，线下开展翻转教学，AI 助教与任课教师虚实结合，进行个性化差异化辅导。

如图 3 所示，建立多元实践平台，实践驱动、项目驱动、以赛促学，提供多层次化实践

项目，让学生根据自己的兴趣、能力水平等选择合适的领域或主题进行实践，激发学生的学习热情和主动性。引导学生进行实践项目规划，包括项目目标、任务分解、时间安排、资源需求等。学生学会制订明确的目标和阶段性计划，有效管理并组织实践活动；鼓励学生在实践项目中进行团队合作，培养学生协作与沟通的能力，使他们能够有效分工合作、解决问题和实现共同目标。



图 3 多元实践平台

2.5 结合百度飞桨产教融合教学

飞桨以百度多年的深度学习技术研究为基础，是中国首个自主研发、功能丰富、开源开放的深度学习平台，将实践驱动环节与百度飞桨平台进行知识整合、技术整合、资源整合等，打通教学与产品开发的最后“一百米”，解决程序设计能力培养与产业实践脱钩问题，促进 C++ 编程教学与产业领域最新技术接轨，使学生了解企业实际开发环境，激发科技兴国情怀，增强创新意识。

以糖果分类实验为例，要求学生课前预习实验指导书，观看实验讲解微视频，查找 AI Studio 的开源资源，小组讨论；课中教师进行实验讲解，学生进行实验编程，小组展示；课后撰写实验报告，进行实验总结，反哺平台，为平台贡献优秀资源。

2.6 多维教学评价体系

本课程采用多维教学评价体系，变期末考试一考定终身为过程式激励性考核，全面评估学生

在课程中的学习情况和能力发展，从以下几个方面进行评价。

(1) 知识掌握情况评价：包括考试成绩、作业成绩等，这一维度评价学生的学习效果和知识掌握情况。

(2) 实践能力评价：通过实验报告、项目作品、实践操作等方式评价学生的实践能力和应用能力。

(3) 创新思维评价：通过学生的创新项目、研究报告、创意作品等来评价学生的创新思维能力。

(4) 协作能力评价：通过小组项目评价、团队协作报告等方式评价学生的协作能力。

(5) 自主学习评价：通过学生的学习计划、学习日志、自主学习报告等方式评价学生的自主学习能力。

(6) 拓展能力评价：通过学生在百度飞桨平台上的学习日志、分享等，评价学生的产学拓展能力。

采用多种评价方法和工具,包括问卷调查、观察记录、评价表格等,综合考虑多个评价维度的数据和信息,确保评价内容全面性、客观性和公正性。同时,将评价的结果反哺教学,促进教学质量的提高,推动个性化差异化教学的实施,促进学生全面发展与成长。

3 应用效果

经过多轮教学实践,采取的一系列教学改革

取得了良好的教学效果。基于 AI 赋能的课程教学平台促进了教学的闭环反馈,有效支撑了差异化个性化教学,学生在知识体系掌握、知识应用能力方面有了较大的提升。从近几年的比赛结果可以看出,学生的创新能力得到很大提升,为培养创新人才作出了一定的贡献(见表4)。

“简单决策树应用:动物分类问题”课程案例内容被评为第五届中国计算机教育大会优秀教学案例三等奖。

表4 近几年学生比赛结果

时间	比赛及活动	奖项及收获
2023年8月	2023全国大学生系统能力大赛	优胜奖
2022年9月	2022华为开发者大赛·无人车挑战赛	全国总冠军
2022年8月	2022全国大学生系统能力大赛	三等奖
2021年8月	2021全国大学生系统能力大赛	二等奖
2020年8月	2020全国大学生系统能力大赛	三等奖
2019年11月	卓越大学联盟和工信部高校联盟组织的冰壶人工智能挑战赛	二等奖
2021年	华为开发者大会	了解专业领域的前沿知识,不断求知创新,实现自我突破与探索
2021年	华为公司的主题开放日	

4 结语

为满足新工科建设和产业发展的新需求,基于以立德树人为根本、以学生发展为中心的教学理念,以及“知识—能力—素质”三位一体的教

学目标,实施了 AI 赋能、通专融合和产教融合的创新教学模式,打通了企业资源进入高校的最后“一百米”,取得了良好的教学效果,为培养“三创”人才进行了有益的教学探索。

参考文献:

- [1] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [2] 董敏, 毕盛, 毛爱华, 等. 新工科背景下C++编程基础双语课程的教学探索[J]. 当代教育实践与教学研究, 2024(2): 89-92.
- [3] 百度百科. 八个统一[EB/OL]. [2024-05-11]. <https://baike.baidu.com/item/八个统一>.
- [4] 何国斌, 吴春明. C++面向对象程序设计教学改革与实践[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2016, 41(11): 189-193.
- [5] 毕盛, 董敏, 洗进, 等. 结合机器人技术的嵌入式实践教学[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(9): 167-169, 224.

(编辑: 赵 原)