

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2025.02.008

基于智能医学仪器设计的 C++ 程序开发课程教改

任杰, 田福英, 瞿亦涵, 连凡程, 鲁梦夕, 姜宜辰
(上海理工大学健康科学与工程学院, 上海 200093)

【摘要】 C++ 语言是一种多用途的、面向对象的程序开发语言, 具有广泛的应用领域。在上海理工大学健康科学与工程学院生物医学工程专业的培养目标和课程设置特点下, C++ 程序开发课程教学改革旨在将 C++ 程序开发与智能医学仪器设计有机结合。教学内容将重点关注 C++ 语言在智能医学仪器开发过程中的应用, 构建项目化和模块化的教学内容与实践内容。此外, 该研究建立了多维协同机制和多层实践机制, 以保证 C++ 程序开发课程中智能医学仪器设计部分有足够的实践内容教学, 着重培养学生的实践能力和综合能力。该研究旨在促进学生深度理解 C++ 语言在生物医学工程领域的应用, 并为学生未来在医疗科技领域的实践奠定坚实的基础。

【关键词】 面向对象程序开发; 智能仪器; C++; 教学改革

【中图分类号】 G641

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2025) 02-0176-06

Teaching Reform in C++ Programing Courset Based on Intelligent Medical Instrument Design

REN Jie, TIAN Fuying, QU Yihan, LIAN Fancheng, LU Mengxi, JIANG Yichen

(School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

【Abstract】 The C++ language is a multi-purpose, object-oriented programming language with a wide range of applications. In accordance with the training objectives and curriculum characteristics of the biomedical engineering program of the School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, the reform of the C++ programming language course aims to organically integrate C++ programming with the design of intelligent medical instruments. The teaching content will focus on the C++ language's application of intelligent medical device development, establishing project-based and modular teaching and practical content. Furthermore, a multi-dimensional collaborative mechanism and a multi-layered practical mechanism will be established within the teaching framework to ensure that the practical content of intelligent medical instrument design in C++ programming language course is effectively taught, with an emphasis on cultivating students' practical skills and comprehensive abilities. Through this approach, the goal is to promote an in-depth understanding of C++ language's applications in the field of biomedical engineering and to provide students with a solid foundation for future practice in the medical technology sector.

【Key words】 Object-Oriented Programming (OOP); Intelligent Instrument; C++; Teaching Reform

收稿日期: 2024-07-01。

基金项目: 2023 年度上海市重点课程项目, 上海理工大学本科教育部产学研项目, 2025 年度上海理工大学教师发展项目 (CFTD2025YB20)。

作者简介: 任杰, 讲师, 研究方向: 电路仿真与测试、嵌入式开发; 邮箱 (E-mail): cnrenjie@163.com。

0 引言

C++ 作为面向对象程序开发的语言之一,其课程教学目标是使学生系统掌握面向对象编程的基本原理,能够利用 C++ 语言进行编程和分析现实问题。有文章认为,作为计算机语言类课程,C++ 程序开发课程的定位基本以掌握设计语言、相关数据结构和算法为主,培养学生的计算思维和程序设计能力^[1]。也有文章指出,目前 C++ 教学以语法为主,认为把各种概念、语法讲解清楚,学生能够使用编程语言完成基本的程序设计,就算达成教学目标^[2]。

作为本校生物医学工程专业培养计划内的课程,C++ 程序开发要为专业培养目标服务,即以培养医疗科技“卓越工程师”为导向,设计满足特定需求的医疗器械或关键部件。同时,在本校生物医学工程专业培养计划的课程设置中,C++ 程序开发作为基础课程,要服务于后续的“嵌入式医学仪器设计”“FPGA 仪器设计”“生物医学信号处理”“医疗仪器设计”等专业课程。因此,本课程教学改革以智能医学仪器为导向,着重利用 C++ 语言进行智能医疗仪器开发,使学生能够初步形成智能医学仪器中软件设计的概念和方法,并在课程中构建多重机制,强调学生的实践能力和综合能力。

1 教学改革理念与目标

智能医疗仪器设计是在仪器设计的基础上加入智能化功能,以实现与医疗机构、医务人员和其他设备之间的互动,帮助医生诊断病情或为用户提供个性化的治疗建议,提高医疗技术的效率、准确性

和便利性。例如,智能监护设备可以实时监护患者的心电等生理特性,并自动记录、展示和分析相关数据,为医疗过程提供参考依据。

智能医学仪器的设计分为需求分析、系统设计、硬件设计、软件设计 4 个阶段。在仪器开发过程中加入了较多的通信功能、人机交互功能和信号处理功能:通过及时准确的通信、合适的信号处理和便捷的界面交互,医学仪器变得智能化;通过仪器之间的交互、人与仪器之间的交互,使用者可以方便快捷地了解或操作医学仪器。可以说,智能化是医学仪器发展的方向,而医学仪器的上位机软件开发水平决定了其智能化水平。

本课程的教学内容主要涉及软件设计阶段。智能医学仪器中软件的主要功能是采集信息、处理信息、人机对话,因此本课程教学以智能化医学仪器开发为导向,将仪器开发过程中常用的人机交互界面设计、通信接口设计、数据处理功能设计作为教学重点,以“心电信号”为主线建立项目化、模块化教学体系,引导学生从信号的获取、绘制、处理和分析等方面一步步建立完整的应用软件项目,使学生对 C++ 程序的整个开发周期有深入的认识,并了解智能医学仪器的开发过程,真正将理论和实践结合起来。专业培养计划课程设置如图 1 所示。

2 教学改革方案

2.1 教学内容改革

智能医疗仪器是医工结合的产物,在研发设计

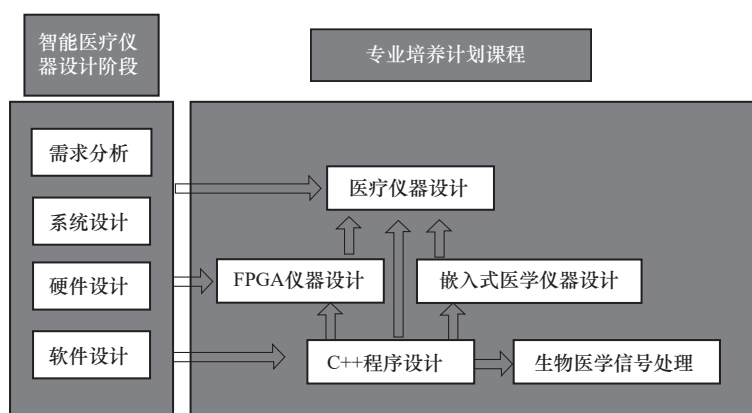


图 1 专业培养计划课程设置

Fig.1 Curriculum setup for professional training programs

考虑到心电信号可以从实验室的心电模拟器中直接获得,而且心电信号的分析和解读涉及生物学、电子学、信号处理等多个学科,可以整合“信号与处理”“数字信号”等相关课程的教学内容,保证

课程体系的连贯性和探索性。Qt 是一个跨平台的 C++ 图形用户界面应用程序开发框架,在嵌入式智能医学仪器设计中应用广泛。Qt 强大的功能和灵活性使其成为开发智能医学仪器和系统的理想选择,为学生提供了一个优秀的开发平台^[4]。因此,为了整合心电信号研究和 Qt 应用,本课程教学以 C++ 语言为基础,以“心电信号”为主线,以 Qt 框架作为项目开发环境,构建项目化、模块化教学体系,对应的理论和实践教学内容如图 2 所示。

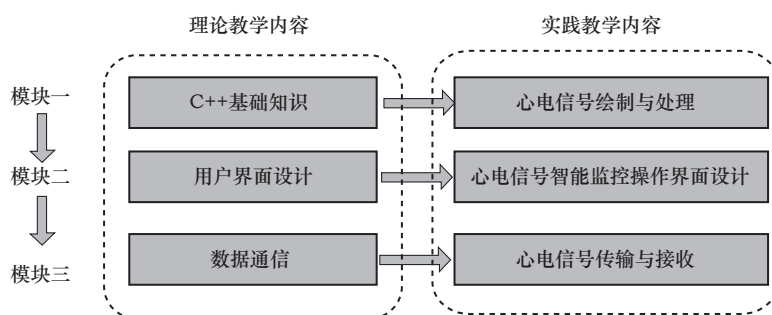


图 2 理论和实践教学内容
Fig.2 Theoretical and practical teaching content

在模块二中，教师将进行用户界面（User Interface, UI）设计的教学，学生利用 Qt 框架的图形界面设计方法，使用 Qt Widgets Application 桌面应用程序开发模板自主完成智能医学仪器操作界面的设计。学生将学习如何使用 Qt 框架中的 Widgets 模块创建 UI，如何使用按钮、菜单、布局等控件进行界面设计，以及如何设置信号与槽机制以实现界面的交互功能。学生也可以将模块一中的数据绘制技能应用到界面设计中，将数据展示和人机操作结合起来。图 3 是某位学生完成的 UI 设计项目。该项目体现了按钮、菜单、布局、信号与槽等教学内容。

通过由以上三个模块构成的项目教学体系,学生能够掌握简单的心电信号的上位机程序设计和实现过程,涉及信号采集、处理和绘制等功能及人机交互界面设计,涵盖了智能医学仪器上位机程序的基本功能。在教学过程中,实践案例和项目学习的引入提升了学生实际编程能力与创新能力。学生不仅学习了 C++ 编程的基本知识,还了解了智能医学仪器设计涉及的 UI 和通信等内容,并将 C++ 编程的理论知识运用到仪器设计实践中,在实践中验证

理论,在实践中运用理论,最终离“卓越工程师”的培养目标更近一步。

2.2 教学机制改革

此次教学改革增加了许多仪器设计和科研内容,实践教学比重大幅提高(见图4)。以往针对理论教学的教学机制不适合目前的C++程序开发课程^[5],需要更多地强调互动式教学和实践教学。因此,应通过多维协同机制和多层实践机制建立基于智能医学仪器设计的C++程序开发课程教学机制,保障实践教学内容的顺利开展,提高课程的互动性和实践性。

在多维协同机制中,C++程序开发的数字教学平台布置于本校的“一网畅学”平台中,学生可

以随时随地观看和学习。同时,为了设置更多的实时互动教学环节,实时呈现实践教学内容和项目建立过程,及时了解学生的项目进展,指导学生解决遇到的实践问题,完成实践项目,并对学生的水平进行准确及时的评价,本课程利用学校引进的WeLink校园通信系统设置了实时互动教学环节。利用WeLink系统中的桌面共享、实时会议和即时通信功能,极大增强了教师和学生之间的联系。课外通过本专业的科研助理平台,将智能医学仪器研发的科研项目与学生的实践内容结合起来,实现课内与课外、教师与学生、科研与教学的多维协同^[6,8]。

为了更有效地推进课程实践内容的开展,C++

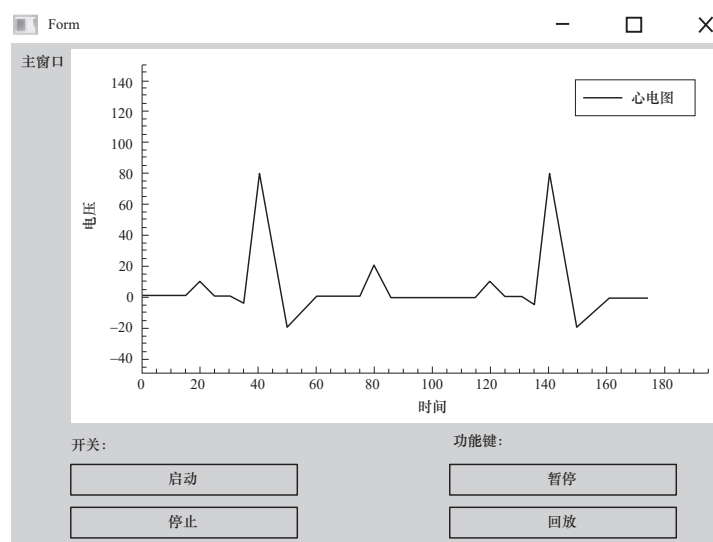


图3 某位学生完成的UI设计项目
Fig.3 A UI design project completed by a student

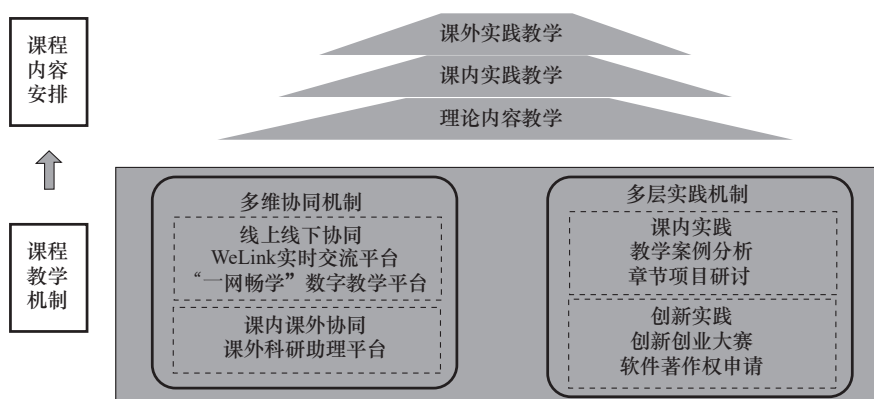


图4 教学机制改革内容
Fig.4 Content of teaching mechanism reform

程序开发课程还部署了课内实践和创新实践层面的多层实践机制。课内实践以智能医学仪器开发案例分析、章节项目讨论为主；创新实践以创新创业大赛和软件著作权申请为抓手，帮助学生延伸和完善其在课程中设计的智能医学仪器项目。

多维协同机制和多层实践机制保障了基于智能医学仪器设计的 C++ 程序开发课程理论教学内容与实践教学内容的教学及学习，增加了丰富的实践内容，最大限度地提高了学生在智能医学仪器设计方面的实践能力和自主创新能力，将智能医学仪器设计融入 C++ 程序开发教学内容中，引导和帮助学生发现问题并利用 C++ 技术解决问题，让学生将理论和实践结合起来，了解如何用 C++ 语言构建和设计智能医学仪器，发挥学生的能动性。

3 教学改革效果及反馈

由于在教学改革中更加注重学生的智能医学仪器设计能力，以及更加注重与科研和仪器设计的结合，此次教学改革大幅提高了实践教学在整个教学过程中的比重^[7]。自教学改革以来，学生普遍反映基于智能医学仪器设计的 C++ 程序开发课程的教学变得更有意义，C++ 不再只是一门语言，更是进行智能医学仪器设计的工具和解决问题的方法。模块化的教学使教学内容条理清晰，项目化的课程内容使学习目标更明确、实用性更强。最近一次课程调查情况如表 1 所示。

表 1 课程调查情况
Tab.1 Questionnaire survey results

题目	选项	占比
课程对智能医学仪器设计有无作用	有	94%
在课程教授过程中，师生互动是否较多	是	92%
你更喜欢哪种教学方式	目前所采用的项目化教学方式	86%
对于竞赛和专利申请，你的态度是	积极参与	76%
本次课程的收获主要表现在哪个方面	技能	73%
	知识	50%

在课程调查中的留言部分，学生们纷纷表示“掌握了 C++ 和 Qt 的相关基本知识，并能够独立完成某些应用程序的设计”“我认为这在我以后的专业领域会有很大的作用”。

基于智能医学仪器设计的 C++ 程序开发课程

教学改革也有利于后续课程的顺利开展。例如，可以将 C++ 程序开发课程中的项目运用到“医学仪器设计”课程中，在项目的基础上进行进一步优化，为后续课程的顺利开展打下基础并节省时间。已经就业的学生也认为 C++ 程序开发课程有助于他们顺利就业，并使他们顺利融入医学仪器的嵌入式开发工作中。同时，学生以 C++ 程序开发课程教学内容为工具申请了 3 项大学生创新创业项目，并获得软件著作权 3 项。这表明 C++ 程序开发课程的教学改革不仅有益于后期课程的开展，也对学生的职业发展和创新潜力发挥了积极且重要的作用。

4 总结

C++ 作为编程语言，可以应用于各个领域，在课程教学中不能仅关注其语法、数据和算法，还应该根据专业特点侧重其专业方面的应用。在本校的生物医学工程专业中，由于培养目标是培育有创新性的卓越工程师，因此 C++ 程序开发课程需要将应用性、创新性融入课程教学中，让学生了解智能医学仪器的开发过程，建立仪器设计的概念，培养学生自主学习的能力。

在基于智能医学仪器设计的 C++ 程序开发课程教学改革中，将智能医学仪器设计作为目标，以心电信号为主线，建立项目化、模块化教学体系，使学生对用 C++ 语言开发智能医学仪器有深入的了解，并在课程实践中动手建立智能医学仪器的人机界面和通信功能，为以后的学习和工作打下良好的基础。同时，此次教学改革还将理论和实践相结合，建立了教学实践保障机制，着重培养学生在智能医学仪器设计方面的问题解决能力、创新性思维，提高学生的编程能力、设计能力和动手实践水平。下一步 C++ 程序开发课程将收集企业和教师的反馈，将更多更好的内容加入课程教学中，并针对学生反馈的意见和建议进一步调整讲课进度与实践内容。

参考文献

- [1] 刘万伟, 李瞰, 尹良泽, 等. 增量式任务驱动的面向对象程序设计教学[J]. 计算机工程与科学, 2018, 40 (Suppl1): 1-5.
LIU Wanwei, LI Tun, YIN Liangze, et al. An incremental case-driven teaching method for object-oriented programming[J]. Computer Engineering & Science, 2018, 40 (suppl1): 1-5.

- [2] 姜峰, 汤伟, 赖俊. 基于能力培养的面向对象程序设计课程教学改革探索 [J]. **计算机工程与科学**, 2014, 36 (A1): 126-130.
JIANG Feng, TANG Wei, LAI Jun. Exploration of teaching reform on object-oriented programming course based on capability[J]. **Computer Engineering & Science**, 2014, 36 (A1): 126-130.
- [3] 刘晨, 邓庆绪, 陈郭成, 等. 新工科背景下物联网专业嵌入式系统实验教学改革与实践 [J]. **实验室研究与探索**, 2023, 42 (10): 196-199.
LIU Chen, DENG Qingxu, CHEN Guocheng, *et al.* Experimental teaching reform and practice of embedded systems in internet of things specialty under the background of new engineering[J]. **Research and Exploration in Laboratory**, 2023, 42(10): 196-199.
- [4] 徐德刚, 熊伟, 张其林, 等. 新工科背景下基于 Qt 的嵌入式系统教学研究 [J]. **电脑知识与技术**, 2021, 17 (25): 259-261.
XU Degang, XIONG Wei, ZHANG Qilin, *et al.* Engineering research on embedded system teaching based on Qt in new engineering background[J]. **Computer Knowledge and Technology**, 2021, 17(25): 259-261.
- [5] 郑双凌, 徐珺. 面向本科生的科研实验教学探索与实践 [J]. **实验室研究与探索**, 2017, 36 (9): 160-162.
ZHENG Shuangling, XU Jun. Exploration and practice of scientific research and experiment teaching for undergraduates[J]. **Research and Exploration in Laboratory**, 2017, 36(9): 160-162.
- [6] 高俊枫, 黄乐天. 嵌入式系统类课程产学研融合实践教学体系探析 [J]. **高等工程教育研究**, 2021 (3): 39-43.
GAO Junfeng, HUANG Letian. On the practical teaching system of embedded system courses for integration between industry and education[J]. **Research in Higher Education of Engineering**, 2021(3): 39-43.
- [7] 许碧雅, 吴雨芯. 应用型本科院校 C 语言程序设计课程教改研究 [J]. **电脑知识与技术**, 2021, 17 (19): 244-245.
XU Biya, WU Yuxin. Research on the teaching reform of C language programming course in applied undergraduate colleges[J]. **Computer Knowledge and Technology**, 2021, 17(19): 244-245.
- [8] 胡娅南, 王君. 科研反哺教学在工科院校本科生培养上的探索 [J]. **黑龙江教育 (理论与实践)**, 2020 (7): 59-60.
HU Yanan, WANG Jun. Exploration of research-driven teaching in undergraduate education at engineering colleges[J]. **Heilongjiang Education (Theory & Practice)**, 2020, (7): 59-60.