

国产化背景下 C 语言课程建设与创新实践*

李永庆 孙丽敏 孙媛媛 高颖 张淑军**

青岛科技大学数据科学学院, 青岛 266061

摘要 本文针对当前 C 语言课程教学国产化水平低、主要依托国外软硬件平台的现状, 研究实施国产化背景下 C 语言课程建设与创新实践方案。通过国产化开发平台搭建、课程内容和教学方法创新设计、科创赛道拉练提升等一系列举措, 设计出基于国产平台的“强基础、重实践、促开发”进阶式改革方案。本课程改革方案将国产化平台引入 C 语言课堂, 增强了学生国产化开发能力, 培养了学生自立自强的爱国情怀, 将进一步推动我国科技领域的国产化进程。

关键字 国产化, C 语言, 鲲鹏平台, 云计算

C Language Curriculum Construction and Innovative Practice under the Background of Localization

Li Yongqing Sun Limin Sun Yuanyuan Gao Ying Zhang Shujun

School of data science, Qingdao University of Science and Technology
Qingdao 266061, China

Abstract—This article focuses on the current situation where the localization level of C language curriculum is low and mainly relies on foreign software and hardware platforms. It studies the implementation of C language curriculum construction and innovative practice plans under the background of localization. Through a series of measures such as building a domestic development platform, innovating curriculum content and teaching methods, and improving the science and technology innovation track, we have designed an advanced reform plan based on the domestic platform that emphasizes strengthening foundation, emphasizing practice, and promoting development. This curriculum reform plan introduces a localization platform into the C language classroom, enhancing students' ability to develop localization and cultivating their patriotic feelings of self-reliance and self-improvement. It will further promote the localization process in China's science and technology field.

Keywords—Localization, C language, Kunpeng platform, Cloud computing

1 引言

随着国际科技竞争的逐步加剧, 国产化开发已成为解决“卡脖子”问题的根本性途径。习总书记指出: “推动我国制造业转型升级, 建设制造强国, 必须加强技术研发, 提高国产化替代率, 把科技的命脉掌握在自己手中, 国家才能真正强大起来”。高校作为科技人才的摇篮, 推动面向国产化的课程改革责无旁贷^[1-3]。王海瑞等^[4]对计算机组成原理课程与国产化内容相融合进行了探索与实践。王鹏等^[5]在日常授课和学科竞赛环节均采用国产 FPGA, 并紧跟行业发展设计了全新的教学案例。苏曙光等^[6]通过分析高校在操作系统人才培养上存在的不足, 提出了创新人才培养的新目标。刘斌等^[7]提出国产化时代下数据库原理课程教学与实

践的新理念。薛永安等^[8]依托国产对地观测数据和国产遥感软件, 提出建设实践教学案例库, 促使测绘工程专业教学中测绘新技术与国产遥感软件得到更广泛的应用。王建新等^[9]针对操作系统和 CPU 国产化替代趋势下实验教学缺少相关 FPGA 仿真工具的问题, 提出基于国产操作系统和国产 CPU 的 Verilog 集成开发工具设计方案。刘争红等^[10]通过分析通信工程自主可控产业升级的需求, 结合产教深度融合的理念, 提出满足产业实际需求的教学改革方案。

为适应国产化的发展需求, 华为公司聚焦计算领域创新, 坚持“硬件开放、软件开源、使能伙伴、发展人才”方针, 启动了智能基座、鲲鹏-昇腾众智计划和鲲鹏-昇腾优才实习计划等一系列产教融合计划, 通过校企协同育人机制和产学研合作, 为自主科技创新和计算产业发展培养国产化人才。赵冬冬等^[11]以国产化昇腾处理器为核心, 将国产处理器案例教学内容体系和实验教学方法引入嵌入式系统等课程教学。郑丽颖等^[12]以新一代科学计算与系统建模仿真平台

* **基金资助:** 本文得到山东省优质研究生课程立项建设项目 (SDYKC2022074) 和中国高校产学研创新基金 (2021ITA05047) 项目资助。

** **通讯作者:** 张淑军, zhangsj@qust.edu.cn

MWORKS 为依托, 结合数字信号处理课程典型教学案例, 探索校企合作多维度融合模式。王红滨等^[13]以华为 openEuler 开源操作系统为例将国产化融于课程思政中, 结合时事探究国产化软件的必要性和推广意义。

C 语言作为一种面向过程的计算机高级语言, 具有可读性强、易于移植、直访物理地址等特点, 在嵌入式系统应用程序和驱动程序开发中具有独特优势。然而, 当前的 C 语言课程教学大多基于 x86 架构下的 Windows 系统平台, 常用的集成开发环境 (IDE) 包括 Microsoft Visual Studio、Eclipse、Code::Blocks、Dev-C++ 等, 导致学生对国产平台开发实践的认知有限。鉴于国产化进程的迫切需求, 基于国产开发平台的 C 语言教学改革刻不容缓。由此, 本文提出基于华为鲲鹏平台的 C 语言课程建设和创新实践方案, 旨在增强学生的科技强国意识、夯实学生的国产化开发技能, 通过专业基础课国产化教学改革推动自立自强创新型人才的培养。

2 国产化开发平台搭建

为深入推进基于国产开发平台的 C 语言教学改革, 学校与华为建立了深度合作关系, 共同开发与鲲鹏计算、昇腾 AI 相关的课程实训项目, 并加入昇腾 AI 人才发展加速计划 (如图 1 所示)。基于此, 本文提出的课程建设与创新实践方案均借助于华为云服务平台具体实施, 以产学研一体化的人才培育模式培养学生的创新和实践能力。



图 1 学院加入昇腾 AI 人才发展加速计划

2.1 鲲鹏云服务器

课程的实践环节依托华为云平台的弹性云服务器 (Elastic Cloud Server, ECS) 进行, ECS 作为一种

云上随时自助获取、弹性伸缩的计算服务, 可提供安全可靠、灵活高效的应用环境。学校已为学生统一购买 ECS 使用权限用于课程实践教学, 个人使用可通过华为云官网 (<https://www.huaweicloud.com>) 自定义购买 ECS 使用权限, 购买时通过参数配置满足自身的使用需求。用于课程教学的 CPU 架构选择“鲲鹏计算”, 规格选择“鲲鹏通用计算增强型”。购买完成后, 在云服务器列表可查看购买的服务器状态信息, 获取到该弹性云服务器的弹性公网 IP 地址。openEuler 是由华为公司自主研发的开源操作系统。该操作系统以 Linux 稳定系统内核为基础, 支持 x86、ARM、RISC-V、LoongArch、SW64、Power 六大处理器架构, 并提供 CPU 多核加速、高性能虚拟化等功能, 具备高可靠性和高安全性。课程选用的弹性云服务器平台的公共镜像配置为: openEuler 20.03 64bit with ARM(40GB)。

2.2 系统及工具软件

(1) openEuler 操作系统

openEuler 是由华为公司自主研发的开源操作系统。该操作系统以 Linux 稳定系统内核为基础, 支持 x86、ARM、RISC-V、LoongArch、SW64、Power 六大处理器架构, 并提供 CPU 多核加速、高性能虚拟化等功能, 具备高可靠性和高安全性。课程选用的弹性云服务器平台的公共镜像配置为: openEuler 20.03 64bit with ARM(40GB)。

(2) 工具软件

Putty 作为一款开源的、Windows x86 平台下的 Telnet、SSH 和 rlogin 客户端, 主要由 Simon Tatham 维护。随着 Linux 在服务器端应用的普及, Linux 系统管理越来越依赖于远程, Putty 在各种远程登录操作中具有出色的表现。将 Putty 下载到本地计算机后, 双击 putty.exe, 即可出现相应的配置界面。首先选择“Session”, 并在“Host Name (or IP address)”输入框中输入申请的弹性公网 IP。端口号 (Port) 根据使用的协议有所区别, ssh 默认使用 22。在“Protocol”单选栏中选择使用的协议 ssh, 并在“Saved Session”输入栏中输入任务的名字, 最后单击“Save”按钮即可保存任务配置。配置完成后单击“Open”按钮, 出现登录界面, 输入用户名和购买 ECS 时设置的密码, 点击确定后出现“Welcome to Huawei Cloud Service”表示链接成功。

WinSCP 是一个 Windows 环境下使用 SSH 的开源图形化 SFTP 客户端, 它的主要功能就是在本地与远程的云服务器平台间安全的复制、传输文件。打开 winscp 输入用户名和密码, 即可把本地的代码文件 (如 main.c) 上传至 ESC 服务器。

3 基于华为云平台的课程创新设计

本课程建设的主要目的为培养学生运用国产化计算平台分析和解决问题的能力，建立从问题到算法再到程序的思维意识，理解高级语言的基本构造要素，具备良好的编程素养。课程的教学内容主要包括 C 语言程序设计基础理论以及基于鲲鹏平台 openEuler 系统的程序编译运行方法。通过学习本课程，学生能够掌握基本的 C 语言程序的设计方法，熟悉在鲲鹏平台 openEuler 下的程序部署和运行机制。

3.1 理论课程创新设计

(1) 课堂教学夯实基础

本课程的课堂基础理论教学主要包括：

① 程序设计基础，培养学生阅读、编写、调试程序的能力；

② 实际问题抽象化，培养学生将实际问题的解决方案抽象为程序语言；

③ 程序结构和数据结构，培养学生熟练掌握选择、循环等重点程序设计结构和数组、结构体、指针等数据结构类型。

课堂基础理论教学主要传授 C 语言程序的设计规则。因此，在基于国产化平台的课堂教学中，须重点介绍鲲鹏平台和 x86 平台对于编译型语言代码编写及编译的差异。

(2) 在线资源巩固拓展

如图 2 所示，华为官方网站提供了丰富的在线学习资源。其中，C 语言、云计算相关的课程可供学有余力的同学在课后或假期使用，深入学习 C 语言的程序设计理论和技巧，巩固课堂基础教学，让学生实现自身程序开发能力的有效拓展。



图 2 华为提供的鲲鹏专区在线课程

3.2 实验课程创新设计

(1) 基础程序设计

为适用于编程初学者，课程的基础程序设计要求学生分别在 x86 (windows 操作系统) 和 arm (华为鲲鹏平台的 linux 操作系统) 上运行程序，体验 x86 平台和鲲鹏平台运行相同程序的差异。要求学生重点掌握鲲鹏平台上 C 函数调用的特点，以及鲲鹏多核体系、多线程编程、弱内存模型的特点。在基础实验教学环节，重视培养学生的编程规范。以华为企业编程规范为教学案例，逐步培养学生程序设计的规范性，奠定坚实的编程基础。

(2) 应用程序开发

经过基础程序设计阶段的锻炼，学生对 C 语言编程和鲲鹏平台使用具有了一定认识。基于此，本课程通过应用程序开发环节，培养学生自上而下、逐层深入的模块化程序设计能力。在该环节，要求学生设计一个学生党支部管理系统，记录学生党员的基本信息及党建活动开展情况。所设计的管理系统应具备党员信息的“增、删、改、查”基本功能，要求学生提供完善的系统分析、系统设计、系统测试、系统使用等方面的开发文档。开发完成后，通过师生互评筛选出功能最完善、运行最稳定的开发成果，真正服务于学

生党支部的日常管理,通过学以致用增强学生的程序开发热情。

3.3 教学方法创新设计

本课程重视教学方法的创新,提出一系列行之有效的教学方法:

(1) 案例驱动,面向应用:以培养C语言编程能力为主,突出重点和难点。依托实际的应用案例,培养学生设计恰当的问题求解策略以及选择适合问题求解的数据结构的能力。

(2) 精讲多练,以兵带兵:C语言课程的特点为实践见真知,因此教学方法要以练为主,从读程序、写程序到调试程序。另外,为发挥学生间的“传帮带”作用,鼓励学习小组内互教互学,共同完成小组作业,培养学生主动表达和互相协作能力。

(3) 翻转课堂,学生互评:通过课堂随机互动、程序打擂等方式,增强学生高效解决问题的意识。鼓励小组代表课堂展示不同的C语言编程思路或排错技巧,其他小组共同为其评价打分,培养学生的审视者思维和问题答辩能力。

4 教学改革与实践成效

4.1 国产化教学基础夯实

通过上述课程创新模式的有效实施,采用问题导向学习、多维视角分析、实践探索与迭代优化等方法,大大提高了学生的自主学习能力、批判性思维、解决问题能力和创新能力。分组教学使得学生合作更加紧密和高效,90%的小组表示在课程设计过程中成员之间沟通顺畅,能够相互支持和协作。在改革后的期末考

试中,学生的考试成绩分布更加均衡,约75%的学生在期末考试中获得了良好以上的成绩(80分以上),且相较于以往的平均成绩有显著提升。通过课程问卷调查的结果分析,80%的学生能够接受国产化改革后的教学模式,并且认为改革后的教学对自己的自主学习意识和专业课学习热情具有积极影响。95%的学生接受混合式教学模式,线上学习更大程度地做到了个性化,利用手机App或电脑客户端学习可以在时间和空间上灵活掌握,可以反复观看视频进行解惑。

4.2 国产化科创赛道冲刺

本课程始终坚持“以赛促建、以赛促学、以赛促强”的方针,鼓励学生参加本学科的科创大赛,对于在科创大赛中表现优异的学生给予一定的物质和学分奖励。基于本课程学习的鲲鹏平台C语言开发知识,学生通过科创大赛的编程实战将进一步提高应用程序开发能力。

为提高高校学生的国产化开发水平,华为公司大力开展科技创新活动(如:华为全联接大会、鲲鹏开发者创享日、昇腾AI开发者创享日、昇腾AI引力场等),并提供相关的竞赛平台(如:国家级大学生创新训练计划、中国国际大学生创新大赛-华为命题、鲲鹏应用创新大赛、昇腾AI创新大赛、华为软件精英挑战赛等)。本课程组所在学院与华为公司密切合作,坚持“分层培养、特色发展”的办学理念,注重将行业、企业前沿技术融入课堂教学。学生通过课程学习和科创训练,开发成果将直接服务于当前社会的发展,实现科技成果转化。如图3所示,学生参加昇腾AI创新大赛获得青岛区域金奖、全国总决赛优秀奖,参赛成果获得企业高度认可,为未来就业、创业打下坚实的实践基础。



图3 学生在昇腾AI创新大赛中的获奖成果

5 结束语

本文通过研究国产化背景下C语言课程建设与创新实践方案,依托国产化开发平台搭建、课程内容和教学方法创新设计、科创赛道拉练提升等教学举措,将华为国产化平台引入C语言课堂,培养了学生的国产化开发能力和自立自强的爱国情怀。在未来的课程教学中,将持续凝练国产化教学经验、不断开拓更多的国产开发平台,以培养高质量的国产化开发人才为长期目标,不断推动国家的新质生产力发展。

参考文献

- [1] 张小蒙,王益民. 高校教学科研用仪器设备国产化研究[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(06):291-294.
- [2] 李肃义,杨帆,杨强. 基于国产化平台的三轴姿态检测系统设计[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(11):146-150+172.
- [3] 王海瑞,杨宏伟,吴蕾. 基于国产化替代环境下的高校计算机教学研究[J]. 教育教学论坛, 2022, (48):65-68.
- [4] 王海瑞,潘晟旻,李亚,等. 国产化背景下的计算机组成原理教学改革[J]. 软件导刊, 2023, 22(06):70-74.
- [5] 王鹏,涂友超,龚克. FPGA 国产化时代的教学探索[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(18):153-155.
- [6] 苏曙光,沈刚,邹德清. 国产化背景下操作系统创新人才培养思考与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022, (02):52-57.
- [7] 刘斌,彭煜玮,余琨,等. 国产化时代的数据库原理教学与实践改革[J]. 软件导刊, 2022, 21(11):172-176.
- [8] 薛永安,张明媚,任芳,等. 国产遥感软件赋能测绘工程专业课程教学改革研究[J]. 中国现代教育装备, 2023, (09):32-35.
- [9] 王建新,肖超恩,张磊,等. 基于国产软硬件系统的实验教学 FPGA 仿真工具设计[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(11):124-128+180.
- [10] 刘争红,周隼,李婷婷. 面向通信工程“自主可控”产业升级的产教深度融合教学改革实践[J]. 科技风, 2024, (12):97-99.
- [11] 赵冬冬,陈朋,王海霞,等. 基于国产昇腾处理器的教学改革与实践[J]. 高教学刊, 2023, 9(08):148-151.
- [12] 郑丽颖,丁吉,冯光升,等. 基于国产仿真软件平台的校企深度融合教学模式探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(2):62-65.
- [13] 王红滨,何鸣,刘刚,等. 基于国产化操作系统的教学改革探索——以“操作系统”课程为例[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(2):81-85.