

计算机组成原理课程理论与实验融合教学改革

吴建宁

(福建师范大学 计算机与网络空间安全学院, 福建 福州 350117)

摘 要: 提出将计算机组成原理课程理论知识学习与实验设计相融合的课程实践教学方案, 通过师资一体化由任课教师全程承担理论课、实验课、课程设计教学任务, 将计算机组成部件工作原理及技术实现融合于实验教学内容中, 使课程理论教学与实验教学深度融合, 逐步培养学生运用课程理论知识设计与其相关实验能力, 有效提高学生理解、掌握计算机硬件组成理论知识并运用相关知识解决综合实验设计问题的能力, 提升学生运用知识和解决复杂工程问题能力的培养, 有助于课程教学目标达成。

关键词: 计算机组成原理课程; 理论与实验融合教学; 动手能力培养

中图分类号: G482 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-4305.2021.05.036

Teaching reform of computer organization course based on mixture of the theory and experiment

WU Jianning

(College of Computer and Cyber Security, Fujian Normal University, Fuzhou 350117, China)

Abstract: In this paper, we develop the novel content of practice teaching of computer organization course based on the mixture of its comprehensive knowledge of theory learning and experiment design, in order to improve the understanding and applying knowledge ability cultivation of students. In the developed content, a teacher is assigned to teach both theoretical lessons and experimental lessons, which can create the full hybrid of theoretical knowledge and laboratory design teaching. This can benefit to train the ability of student for doing experiment based on theoretical knowledge. A comprehensive guide for learning computer organization system can be provided for the students, that is, the students not only can learn the specialized theoretic knowledge on computer organization system but also can understand how these relevant knowledges can be applied in the real design of computer organization hardware architecture. Thus, the students can learn to utilize the theoretical knowledge of computer organization system for solving the sophisticated engineering problem in practice, especially, it is very helpful for students to enhance the innovation ability cultivation and to realize the teaching goals.

Key words: computer organization course; mixture of theory and experiment teaching; practical ability cultivation

“计算机组成原理”是一门着重介绍计算机硬件系统及其组成部件相互协调工作原理知识的计算机

类专业核心课程,其教学内容抽象,理论性和实践性强,在计算机类专业课程知识体系中具有承上启下的重要作用,在教学实践中受到广泛关注^[1-2]。目前,随着工程教育认证和新工科建设在计算机类专业建设中的持续推进,必将推动“计算机组成原理”课程相关教学内容深入改革和实践。培养学生具有解决复杂工程问题能力是目前工程教育认证和新工科人才培养的重点要求之一,也是“计算机组成原理”课程教学实践中重点探讨和解决的关键问题,其关键在于课

收稿日期:2020-05-06 修改日期:2020-08-04

作者简介:吴建宁,博士,教授,主要研究方向为人工智能、大数据分析、嵌入式系统与物联网。E-mail:jianningwu@fjnu.edu.cn

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金(项目编号:17YJAZH091);福建师范大学2019年本科教学改革研究项目(项目编号:I201903002)。



程教学实践中如何让学生理解和掌握理论基础知识,并在此基础上,如何合理运用理论知识解决工程实践问题,达到学以致用目的。目前,国内大多高校探索“计算机组成原理”课程培养学生解决复杂问题能力的基本思路就是将其培养能力分解于教学目标子目标和相关毕业达成目标中,通过相关教学实践达到培养目的。然而,目前研究常常忽略在教学实践中一些重要教学环节,就是如何制定有效、合理的课程教学内容、并将其如何在教学实践中有效达成,这对于实现相关教学目标和毕业要求尤为重要。目前,“计算机组成原理”课程教学实践设置为理论教学和实验教学两个环节,旨在综合提升学生理解和掌握课程理论知识和实践动手能力。事实上,在目前教学实践中,理论授课教学内容与实验教学实践不匹配,常常表现为重理论、轻实验,大多课程教师更倾斜于从理论上培养学生解决复杂问题能力,注重理论教学,忽视实验教学实践中培养学生运用理论知识解决复杂问题能力,未能体现课程理论教学和实验教学内容高度融合,实验教学内容单一,仅让学生根据实验箱内置的计算机组成部件模型,按照实验讲义按部就班地完成一些简单模型验证性实验,缺乏综合性、设计性实验,使学生难以深入理解计算机各组成部件内部结构及其相互逻辑关系在计算机整机模型的工作过程和原理^[3-4],难以综合体现培养学生解决复杂问题的实际能力,也难以体现和满足计算机相关专业工程认证标准的课程毕业要求达成度^[5-6]。

就教学实践而言,“计算机组成原理实验”教学是课程理论教学的高度体现,对于学生理解和掌握课程理论知识及应用极其重要。如何将“计算机组成原理理论”教学内容和实验教学内容高度融合,

是当前“计算机组成原理”课程教学改革的一个重要关键环节,也是培养学生解决复杂工程问题能力的关键所在。为此,基于福建师范大学的计算机实验教学中心等教学资源,我们探索了通过计算机组成原理课程理论和实验教学内容相融合来培养学生解决复杂工程问题能力的教学改革,其基本思路:基于计算机组成原理知识结构整体规划,以课程基本理论为点,课程内容为线,理论教学与实验教学相融合为面来构建“计算机组成原理实验”教学模式,着重突出计算机组成原理内在结构知识教学内容衔接性、理论教学与实验教学内容衔接性,便于学生从理论到实践对计算机组成系统内在工作原理知识有一个完整的认知,达到学以致用目的^[7-9]。

1 课程理论和实验教学内容相融合

从理论上讲,计算机组成原理属于计算机硬件相关知识体系,其课程教学内容着重于计算机硬件系统各功能组成部件的工作原理、组成结构设计、相互连接方式,以及相应的逻辑实现方法。与此同时,实验课程教学内容对应于理论教学内容,两者融合设计,通过实现相关实验设计,使学生对理论课的知识有更深刻的理解,理解程序在计算机中的执行过程,理解计算机单处理机系统的组成原理和工作原理,理解计算机硬件系统各组成部分的逻辑实现方法及互连成整机的技术,牢固建立计算机的整机概念。培养学生独立思考能力以及综合应用能力。为了突出理论教学与实验教学内容衔接性和融合性,我们将课程理论知识点与实验教学内容相对应,便于学生在实验设计中理解和掌握理论知识在工程背景中的应用性,其对应情况如表 1 所示。

表 1 基于理论与实验教学融合的实验设计

实验序号	实验名称	实验类型/ 课时	设计内容	理论知识点
实验一	运算器	验证/2	数据定点加、减运算	运算器组成架构及工作原理
实验二	存储器	验证/2	数据存储读、写	存储器组成架构及工作原理
实验三	数据通路	验证/4	运算器与存储器之间数据传输	计算机模型数据传输架构及工作原理
实验四	控制器	验证/4	基于微程序设计程序和时间控制器	计算机模型操作控制器架构及工作原理
实验五	中央处理器自行处理数据	设计/4	基于微程序控制器自动执行机器指令	计算机模型指令执行工作原理
实验六	中断处理	设计/4	中断调用	中断系统架构及工作原理
实验七	计算机组成模型	拓展/6	基于计算机整机模型处理数据	计算机组成部件自动实现计算工作原理

通过课程理论教学和实验教学内容深度融合,有助于学生掌握计算机组成的基本原理和基本方法。特别是,通过将计算机组成部件工作原理及技术实现融合于实验教学内容中,逐步培养学生运用计算机组成原理知识实现综合设计能力,为提升学生解决复杂工程问题能力提供知识支撑^[10-12]。

2 理论与实验教学实践相融合

在课程教学实践中,我们采用理论教学与实验教学相融合的优化教学组织方式,旨在利用有限的教学课时完成表1所制定的理论和实验教学内容,以期获得较好的教学效果。在教学方案制定中,我们将理论教学和实验教学融合于教学目标中,也就是,理论教学中融入实验教学内容,实验教学体现理论教学内容,在理论课堂上,教师可将计算机组成理论知识点融合于实验教学相关模块和模型的设计,不仅有助于理论知识与实验设计有机融合,也有助于学生更好地完成相关实验并能及时理解其内部工作原理,可有效改善传统的“计算机组成原理”课程教学形式和效果。通常在相关理论课后,教师根据理论授课内容给学生布置与运算器、存储器、控制器等模块相关的实验设计大作业,学生可根据所掌握和理解的计算机组成逻辑关系等理论知识完成相关实验设计,并通过相关理论和数据分析,有效理解计算机组成理论知识及其工作原理,有效改善传统教学理论课后布置课后习题难以理解课程知识点等不足,更重要的是,可将相关实验设计大作业作为实验预习报告,有效提高实验教学效率。

此外,理论与实验教学实践相融合,有助于在有限的授课时间内,完整综合体现计算机组成原理与实验过程的相关性,使学生从理论到实验对计算机组成原理有一个完整的认知过程,特别是对于学生实现计算机模型综合拓展设计至关重要。我们知道,让学生自主实现以CPU为主体的计算机组成系统架构设计,是实验教学的一个重要内容,有助于学生准确理解计算机硬件组成系统自动实现计算功能的知识内涵。另外,在教学实践中,教师在计算机整机模型理论知识基础上,将一些工程背景相关的故障诊断与排除纳入计算机系统架构实验设计中,注重培养学生分析解决问题的能力、工程实践能力及团队协作能力。通过理论与实验教学实践融合指导学生设计计算机整体模型的指令系统,构建控制器与运算器、运算器逻辑关系,使学生理解程序、微程序、指令、微指令在计算机各组成部件自动运行工作的原理和作用。让学生真正体会到由计算机组成系

统从局部到整体、从简单到复杂的层次感,可优化整合教学实践中计算机组成原理各组成部件间知识衔接,达到理论与理论课程教学内容的衔接、理论教学与实验教学内容上的衔接,综合体现计算机组成原理理论知识与其实现过程相关性,使学生建立完整计算机知识体系的认知结构,达到学以致用效果^[8-9,12]。

3 理论和实验教学融合达成评价

在教学实践中,我们制定了与计算机组成原理课程理论和实验教学融合相关的实验报告,来综合客观评价课程理论与实验教学融合的教学效果,如表2所示,在所制定的实验报告中,充分考虑理论和实验教学内容融合的紧密度和关联性,将实验设计与课程教学中的知识点相结合,实验设计要提供开展相关实验的理论教学知识点支撑依据,有助于培养学生在实验设计中积极自主思考、自主学习、完善理论和实践相结合的能力。在培养学生实际动手能力的同时,也提高学生理解和掌握利用计算机硬件组成系统的基本工作原理和技术方法分析问题和解决问题的能力,为学生今后解决复杂工程问题提供计算机相关知识储备和能力培养求^[8-9]。

4 结语

目前,鉴于福建师范大学每学期16个教学周,每周实验课2课时的实际情况,我们制定7个实验内容(4个验证性实验、2个综合设计性实验、1个拓展性实验),教学实践中师资一体化,任课教师全程承担课程理论课、实验课和课程设计教学任务,利于理论教学与实验教学深度融合,使教师授课时更加清晰如何合理衔接相关课程的理论与理论、理论与实践教学内容知识点,优化课程教学目标和教学内容,完善课程大纲和课程内容,改进教学方法,优化考核方式和课程评价,使学生从理论到实践对“计算机组成原理”课程有一个完整的认知过程,有效提高学生分析问题和实际动手能力,为培养学生综合运用计算机组成原理知识解决实际问题的能力、独立分析问题、解决问题能力和创新能力奠定基础。更重要的是,针对课程所对应的毕业要求达成可持续改进,学生在实验设计中能够运用所学的理论知识分析问题和数据处理、理解和掌握计算机组成器件内在的逻辑架构关系,通过理论分析和实验设计找到解决问题的技术方案,有助于学生运用计算机组成系统相关基本理论知识和技术手段解决复杂工程问题,有力推动“计算机组成原理”课程的教学改革。



表 2 融合教学实验报告客观达成评价

评价内容	优	良	中	及格	不及格
实验设计能力	独立、正确设计与计算机组成部件逻辑架构功能相关的实验任务和完整方案。	能够设计与计算机组成部件逻辑架构功能相关的实验任务和方案。	能够设计与计算机组成部件逻辑架构功能相关实验任务,实验方案不完善。	基本能够设计与计算机组成部件逻辑架构功能相关的实验任务。	无法设计与计算机组成部件逻辑架构功能相关的实验任务和方案。
运用理论知识点支撑实验能力	正确运用计算机组成系统的工作原理相关知识点进行问题分析、支撑实验设计和方案。	能够运用计算机组成系统的工作原理相关知识点进行问题分析、支撑实验设计和方案。	运用计算机组成系统的工作原理相关知识点进行问题分析、支撑实验设计和方案不完善。	基本能够运用计算机组成系统的工作原理相关知识点进行实验设计。	无法运用计算机组成系统的工作原理相关知识点进行实验设计。
实际动手能力	独立、正确使用实验环境及相关工具并运用计算机组成原理知识点解决实验设计问题,实现实验设计。	能够使用实验环境及相关工具并运用计算机组成原理知识点解决实验设计问题,实现实验设计。	使用实验环境及相关工具并运用计算机组成原理知识点解决实验设计问题,实现实验设计,有少许错误。	基本能够使用实验环境及相关工具并运用计算机组成原理知识点解决实验设计问题,实现实验设计,错误较多。	不能独立完成,无法得到实验结果。
实验结果分析能力	正确运用计算机组成原理相关理论知识点分析、解释实验结果,有独立见解。	能够运用计算机组成原理相关理论知识点分析、解释实验结果,有一定见解。	能够运用计算机组成原理相关理论知识点分析、解释实验结果。	基本能够运用计算机组成原理相关理论知识点分析、解释实验结果。	无法运用计算机组成原理相关理论知识点分析、解释实验结果。
实验报告书写能力	报告格式规范、表述条理清楚,文字表达清晰。	报告格式规范、表述条理清楚,文字表达不清晰。	报告格式规范、表述条理不清楚,文字表达补清晰。	基本完成实验报告。	无法完成实验报告。

参考文献(References):

[1] 马莉,秦彩云. 计算机组成原理及课程设计实验教学改革初探[J]. 计算机教育,2018(3):147-150.

[2] 蒋宗礼. 计算机类专业人才专业能力构成与培养[J]. 中国大学教学,2011(10):111-114.

[3] 林健. 工程教育认证与工程教育改革发展[J]. 高等工程教育研究,2015(2):10-19.

[4] 孙涵,陈兵,陈松灿,等. 计算机科学与技术专业工程教育专业认证探究[J]. 工业和信息化教育,2016(5):50-54.

[5] 黄岚,吕春利,史银雪,等. 面向工程认证的计算机组成原理课程建设探索[J]. 教育教学论坛,2018(总12):260-262.

[6] 柳星,袁景凌,饶文碧,等. 计算机组成原理实验改革方法探

讨[J]. 计算机教育,2018(5):5-9.

[7] 陈平,吴祝武. 着眼学生解决复杂工程问题能力培养的实践教学体系建设[J]. 实验技术与管理,2019,36(6):201-203.

[8] 陈利华,赵津婷,刘向东. 从工程教育认证视角重构第一课堂实践教学体系[J]. 中国大学教学,2015(12):60-67.

[9] 高相胜,咎涛,王民. 工程教育认证毕业要求达成度评价方法和步骤[J]. 教育教学论坛,2016(总51):206-208.

[10] 刘朝阳,徐仲玉,马小思,等. 工程教育认证背景下制药工程专业实验教学中渗透绿色化学理念的探索[J]. 化工高等教育,2019(3):6-9.

[11] 王力生,余智铭,张冬冬. “计算机组成原理”实验 CPU 设计方法研究[J]. 实验技术与管理,2018,35(5):1-6.

[12] 黄庭培,郑秋梅,刘新平,等. 新工科背景下计算机组成原理课程教学改革探索[J]. 教育教学论坛,2018(总44):98-99.