

Research on Teaching Reform of Computer Hardware Experiment Oriented to System Ability Training

Chao Liu, Chengyu Hu, Wenyin Gong*, Yunliang Chen, Hengjian Tong, Yuanni Wang, Yuanxing Liu

School of Computer Science, China University of Geosciences, Wuhan Hubei
Email: cs.chaoliu@gmail.com, *wygong@cug.edu.cn

Received: May 14th, 2019; accepted: May 29th, 2019; published: June 5th, 2019

Abstract

System practice ability training is a core requirement of computer professional teaching. By integrating the hardware curriculum resources such as digital logic and the principle of computer organization, the paper puts forward the reform ideas from the aspects of interest guidance, experimental content, experimental program, teaching practice, etc., and discusses the multi-level and integrated experimental teaching mode. The results of the experimental teaching reform show that the teaching effect is good and the system design and innovation ability of students are improved.

Keywords

System Ability, Experimental Teaching, Teaching Reform

面向系统能力培养的计算机硬件实验教学模式改革研究

刘超, 胡成玉, 龚文引*, 陈云亮, 童恒建, 王媛妮, 刘远兴

中国地质大学(武汉), 计算机学院, 湖北 武汉
Email: cs.chaoliu@gmail.com, *wygong@cug.edu.cn

收稿日期: 2019年5月14日; 录用日期: 2019年5月29日; 发布日期: 2019年6月5日

*通讯作者。

文章引用: 刘超, 胡成玉, 龚文引, 陈云亮, 童恒建, 王媛妮, 刘远兴. 面向系统能力培养的计算机硬件实验教学模式改革研究[J]. 创新教育研究, 2019, 7(3): 248-252. DOI: 10.12677/ces.2019.73044

摘要

系统实践能力培养是计算机专业教学的一个核心要求。通过整合数字逻辑和计算机组成原理等硬件课程资源,从兴趣引导、实验内容、实验方案、教学实践等方面提出了改革思路,探讨了多层次、一体化的实验教学模式。经过实验教学改革试点,取得良好的教学成效,提升了学生的系统设计与创新能力。

关键词

系统能力, 实验教学, 教学改革

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着计算机技术的高速发展,计算机系统的集成化和复杂化特征越来越显著,这对高等院校如何培养计算机专业人才的系统实践能力提出了新的挑战。许多高等院校都开设了数字逻辑和计算机组成原理等计算机专业硬件核心课程,计算机硬件实践教学成为培养计算机专业学生实践和创新能力的必要环节与重要手段[1]。在传统的实践教学中,数字逻辑的硬件实验内容偏重基于逻辑理论的元部件设计,往往忽略了计算机系统的整体硬件结构。计算机组成原理实验内容主要针对计算机系统部件的逻辑设计,缺乏对底层部件内部细节的微观理解[2]。如何让计算机专业的学生在掌握计算机系统基本原理的同时,能够开发复杂计算机应用系统成为新时代高等院校计算机教育所面临的迫切需求。

计算机系统能力是指运用系统论观点,从整体上理解计算机的各个组成部分,掌握计算机的软硬件结构和协同处理机制[3]。2010年教育部计算机专业教学指导委员会成立“计算机类专业系统能力培养研究小组”,提出了计算机专业学生系统能力培养的总方针,指出系统能力培养的核心是要求学生全面掌握计算机系统内部软硬件的逻辑层次和关联关系,同时熟悉计算机系统的交互模式与外部特性,从而全方位拓展学生的专业知识体系,提升系统设计的创新能力。近年来,国内很多高校开展了计算机组成原理,数字逻辑等硬件课程的教学改革研究[4]。从2014年以来,中国地质大学(武汉)计算机学院也正式启动计算机硬件实践教学的改革。经过5年的实践检验,取得一些教学成效。本文对我校计算机专业硬件课程的实验教学问题、改革思路和实施成果进行了探讨。

2. 我校计算机硬件实践教学存在的问题

与国内其他高等院校一样,我校计算机专业硬件核心课程主要开设了数字逻辑和计算机组成原理两门课。以前的计算机硬件教学课程体系设计是按照计算机系统分层的观点来安排教学内容,课程内容的相互独立,教学方法忽视了纵向关联,使得计算机专业的学生在计算机系统能力培养方面训练不足,实践能力缺乏完整性和系统性。下面从三个方面分析计算机硬件课程实践教学存在的诸多问题。

2.1. 硬件系列课程的实验内容缺乏紧密联系,学生难以构建计算机系统的整体认知

在长期的实验教学中,数字逻辑和计算机组成原理两门课程的实验教学是彼此孤立的,相互之间没

有衔接,实验的内容各成体系,导致学生对计算机的硬件设计原理缺乏整体认知。一般而言,数字逻辑是针对大学一年级本科生开设的先导课程,侧重于逻辑部件的电子电路实现。然而,数字逻辑与计算机组成原理课程有着密切的衔接关系。计算机组成原理主要是讲述计算机系统各个组成部件的逻辑实现,其依赖底层的逻辑部件设计。两门课程都强调理论与实践并重,课程目标是在计算机基本原理理解的基础上,进行动手实现。

2.2. 验证性实验偏多,缺乏创新性实验设计,难以提高学生的系统设计能力

我们早期采用单功能的实验箱分别开展数字逻辑和组成原理的实验教学工作。由于实验箱的计算、控制、存储等芯片功能部件是固定的,缺乏扩展性。教师按照实验指导书的实验内容给学生布置实验任务。学生也按部就班根据实验指导书的实验步骤操作,通过插拔连接线路,拨动数据开关和时序控制按钮,完成实验的验证工作。在实验过程中,很多学生尽管能够做出正确实验结果,但是缺乏自主思考,对实验原理缺乏理解,没有达到培养系统设计能力的目标。

2.3. 实验内容缺乏连贯性和完整性,限制了学生自主创新能力发挥

由于数字逻辑和组成原理采用不同的实验箱,而且实验内容单一、实验内容前后联系不够紧密、缺乏连贯性,使得学生在实验过程中,缺乏对计算机系统的整体观和理解。固化的实验内容和单一的实验模式也不利于发挥学生的自主创新意识,更限制了教师对学生计算机系统创新设计能力的培养。

3. 面向系统能力培养的硬件实践教学模式改革

从本质上讲,数字逻辑和计算机组成原理这两门课程是理论与实践并重,关联性强的硬件系列课程,两门课程之间需要统一规划和协调。为了切实提高学生创新实践能力的培养质量,有必要开展硬件实践教学模式改革,研究制定计算机专业硬件实践课程的培养方案,积极改革实践教学内容、改进实践教学方法,构建多层次的、系统化的实践能力培养体系,真正满足国家、行业对计算机领域工程人才的需求。为此,我们计算机学院在新一轮本科教学培养方案的修订工作中,明确提出了计算机系统观的培养目标,构建硬件课程群,统一规划数字逻辑和组成原理的实验课程,在实验教学中贯穿执行系统能力培养的要求。

3.1. 系统能力培养的内涵与需求

计算机专业学生的系统能力核心是在掌握计算系统基本原理基础上,熟悉如何进一步开发构建以计算技术为核心的应用系统。这需要学生更多地掌握计算系统内部各软件/硬件部分的关联关系与逻辑层次,理解计算系统呈现的外部特性以及与人 and 物理世界的交互模式[5]。系统观的教育体现出工程教育特征,相比较其他专业学生的计算机基础和应用能力,计算机专业更强调对学生计算机系统能力的培养。因此,计算机专业学生的知识体系不仅需要更新与扩展,而且系统设计创新能力必须得到强化和提升。

系统化教育和系统能力培养要采取系统科学的方法,不但需要夯实系统理论基础,使学生构建出准确描述真实系统的模型,并能够用模型预测系统行为;而且要强化系统实践,培养学生有效地构造正确系统的能力。按照系统观的培养理念,计算机专业的实验教学应该注意教会学生从系统层面思考,强化系统性的实践教学培养过程和内容。

3.2. 系统能力培养的硬件实践教学模式改革思路

为了解决计算机专业硬件课程现有实验教学中存在的问题,我们借鉴了国内诸多 985 大学的实践教学改革经验,结合中国地质大学(武汉)计算机学院的现有教学基础,对计算机专业硬件实验教学进行系统

化培养模式的实验教学研究。硬件实验教学具体改革思路包括以下四个方面。

第一, 实践和探讨“多层次, 一体化”实验教学方式。通过分析硬件系列课程实验技术和教学方式相互衔接的一体化特点, 从逻辑部件、微程序、机器语言多个层次统筹设计硬件实验教学方式, 并由此提出硬件实验教学方式改进措施, 试点和完善数据逻辑、组成原理实验课程的统一实验技术和一体化实验教学方式。

第二, 以引导学生系统设计能力和自主创新能力为目标, 设计硬件系列实验的教学内容。采用创新教育理念, 立足于培养学生的创新思维方法, 以切实提高学生实验动手能力与操作技能为突破口, 设计系统化的硬件实验方案。并且通过小组团队协作的形式, 开展创新性实验探索和实践, 提供自主设计的实验案例, 鼓励学生发挥创造性思维解决问题, 切实提高系统设计能力和创新实践能力。

第三, 开展硬件实验考核方式改革研究, 完善实验课程评价体系。调查比较国内重点高校在硬件实验课程考试及评价方面的研究成果, 结合中国地质大学计算专业教学的实际情况, 研究适合我校计算机专业硬件实验教学考核体系。设计和建立一种较为完善的计算机数字逻辑、组成原理等实验课的考核机制, 以引导学生在平时的实验和学习过程中就注意系统能力、创新思维和创新能力的培养, 引导学生由过去的考试为导向转变为研究创新为导向的学习。

第四, 开展硬件实验自主学习、创新学习、协作学习的理论实践研究, 并改进教学效果评价机制。提供充分自主的操作空间, 以利于学生创新能力的培养。从实验方案设定、实验操作流程等方面启发引导学生自主、协作学习, 激发学生的学习主动性, 突破不同硬件课程之间的衔接关系和不同层次, 从而提高学生的实验设计和创新能力。

4. 计算机组成原理实践课程教学实施

4.1. 硬件课程群的统一实验设计内容

根据实验课程改革的目标, 我们组建了硬件课程教学组, 考虑数字逻辑和组成原理课程内容的衔接关系, 对实验内容进行了统一调整。我们精心设计了实验教学体系, 按照从模块设计到综合集成设计的思路, 培养学生实现完整计算机系统设计的任务。下面分别对两门硬件主干课程的实验具体阐述。

首先是数字逻辑实验设计。其实验目标是使学生掌握数字电路(与或非基本逻辑电路以及组合电路)的功能特性, 并基于此构造中小规模的数字系统。采用软硬结合的方式, 基于 VHDL 硬件描述语言和 FPGA 现场可编程逻辑阵列, 利用 Quartus II 设计实现逻辑部件、组合电路和数字设计系统。

其次是组成原理实验设计。其实验目标是在数字逻辑部件和组合电路的基础上, 以可编程硬件器件为中心, 设计一台完整的计算机系统。分模块设计包括了寄存器读/写、加法器、陈列乘法器、双端口存储器、中断以及控制器的设计环节。在系统集成设计中, 要求学生们利用 Quartus II 自主设计, 构造一台支持 10 条以上机器指令功能的模型机。教师检查验收时, 学生在客户端演示机器指令的编译、调试, 在统一的硬件实验平台上运行程序, 检验最终的系统设计效率和性能。

4.2. 实验改革实施效果

我们设计了一份硬件课程实验改革评价表, 发给近年来参与实验的各个年级学生匿名填写, 并进行统计分析。调查表内共设 4 个方面的项目, 每个项目有 5 个打分选择项(5 表示完全赞同, 1 表示效果很差, 2、3、4 表示不同程度的赞同。分值 3 为分界线, 低于 3 说明学生持否定态度, 高于 3 说明学生持肯定态度), 重点调查学生对实验内容安排是否合理、实验能否激发兴趣和创新力、实验能否提高系统能力、实验总体满意度等方面的评价。问卷调查统计结果如表 1 所示。

统计结果表明, 通过实验教学改革, 学生们能够从整体上把握数字逻辑和计算机组成原理的知识体

系, 增强了计算机系统的设计能力。下面从三个方面总结硬件实验教学改革的具体实施效果。

Table 1. Survey resulting data of experimental teaching reform

表 1. 实验教学改革调查结果数据

| 教学班级 | 实验内容合理性 | 实验兴趣与创新 | 系统性能力培养 | 实验总体满意度 |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| 2014 级学生 | 3.85 | 3.73 | 3.52 | 4.01 |
| 2015 级学生 | 3.91 | 3.78 | 3.63 | 4.07 |
| 2016 级学生 | 3.95 | 3.87 | 3.77 | 4.12 |

第一, 学生的实验兴趣明显提高。设计型实验激发了学生们实验设计兴趣, 主动去解决实验问题。

第二, 学生的创新思维得到锻炼。编码设计和实践操作结合, 为同学们提供了创新设计的空间。

第三, 学生的系统能力显著增强。大多数学生能够完成较大难度的综合设计, 提高了工程能力。

5. 结束语

系统能力培养是提高计算机专业人才培养质量的重要手段, 既能提高学生的工程实践和创新能力, 也能满足社会对计算机专业创新型人才的广泛需求。我们在硬件教学实践改革实施以来, 积累了一些成功的教学案例与教学经验, 取得了初步的成效。当然, 我们的实验教学改革模式也存在一些不足, 需要根据学生的教学反馈, 进一步完善计算机硬件实践教学课程体系的规划和设计。

基金项目

中国地质大学(武汉)A 类教学研究项目(NO. 2014A54), 中国地质大学(武汉)本科教学工程项目(NO. ZL201607, No. ZL201816)。

参考文献

- [1] 杨锐, 翟社平, 宁晓菊. 面向系统能力培养的计算机组成原理实践教学改革[J]. 计算机教育, 2016, 264(12): 24-27.
- [2] 冯国富, 马玉奇, 易丛琴, 等. 面向数字逻辑与计算机组成原理衔接的实践环节[J]. 计算机教育, 2017(2): 141-145.
- [3] 丁红胜. 面向计算机系统能力培养的计算机组成原理实验教学[J]. 计算机教育, 2016(7): 20-22.
- [4] 刘卫东, 张悠慧, 向勇, 等. 面向系统能力培养的计算机专业课程体系建设实践[J]. 中国大学教学, 2014(8): 48-52.
- [5] 蒋永国, 洪锋, 董军宇. 面向系统能力培养的计算机组成原理核心课程建设[J]. 计算机教育, 2015(21): 3-6.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2331-799X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ces@hanspub.org