

新工科背景下微机原理与接口技术实践教学改革的

蔚瑞华, 张 伟, 徐志宇

(同济大学 电子与信息工程学院; 计算机与信息技术国家级实验教学示范中心, 上海 201804)

摘 要: 探讨了同济大学在新工科背景下“微机原理与接口技术”教学中围绕综合创新能力培养为目标而进行的一系列实践教学改革的。通过采用 FPGA “软” 硬件技术提出并设计了一系列教学改革和探索思路, 在教学中采用了翻转课堂进行基础验证性实验的教学; 基于模块化思想有针对性地设计了综合性专业实验来强化知识点; 结合课堂实践和开放实验进行专业课程实验培养专业技能; 进而提出具有一定挑战性的创新性实验来进行引导和启发式教学, 培养学生的主动意识和创新能力。

关键词: 微机原理与接口技术; 实验教学改革; 综合创新实验

中图分类号: G642.0 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2021.01.015

Experimental teaching reform of “Microcomputer Principle and Interface Technology” under the background of new engineering education

WEI Ruihua, ZHANG Wei, XU Zhiyu

(School of Electronics and Information Engineering; National Experimental Teaching Demonstration Center of Computer and Information Technology, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: In this paper, a case study was employed to investigate the process and effect of experimental teaching reform aiming for synthesis and innovation capability under the background of new engineering education. This paper proposes and designs a series of teaching reforms and explorations by adopting the "soft" hardware technology of FPGA to strengthen students' system concept and enhance their synthesis and innovation capabilities. Flipped classroom is applied to perform the basic confirmatory experiment teaching. Modularization based synthetic experiment is designed to enhance the comprehension of the knowledge; Meanwhile, some challenging and heuristic projects are introduced to greatly enhance the innovative and initiative capabilities for the students.

Key words: microcomputer principle and interface technology; experimental teaching reform; synthetic innovative experiment

毋庸置疑,当前我国正处在创新驱动发展的全球化时代,信息技术和人工智能技术革命使得越来越多的工作被机器所取代,在注重培养学生基本原

理和基本技能掌握的同时,培养学生的系统综合能力、创新能力才是应对这一挑战的解决思路。

另一方面,网络教学、在线学习、大学慕课、开放课程等学习方式的变革也对我们当前高等教育的模式提出挑战,这就要求我们教师需要采用与时俱进的互动式教学方式和学生自主学习及创新实践相结合。

2016年以来,随着教育部“新工科”项目的推进,知识体系的培养和综合创新能力的培养至关重要,也是国际工程教育认证的重要目标之一“培养

收稿日期:2019-10-23 修改日期:2020-06-10

作者简介:蔚瑞华,博士,高级工程师,主要研究方向为可编程器件、嵌入式系统、智能控制等。

E-mail:weiruihua@tongji.edu.cn

基金项目:同济大学计算机与信息技术国家级实验教学示范中心建设项目;同济大学第十五期实验教学改革基金项目(项目编号:0800104292)。



学生能够设计针对复杂工程问题解决方案的能力,解决过程需要体现创造性和较高的综合性”^[1]。“微机原理与接口技术”作为同济大学自动化专业的必修专业基础课程,要求学生理解和掌握计算机的基本组成、工作原理及接口电路,并在此基础上建立系统的整体概念,获得软硬件的设计知识和基本的开发能力^[2]。而传统的采用实验箱进行验证性实验已远远不能满足当前工程认证中的强化培养学生工程能力和创新能力的目标要求,而且实验内容设置也存在诸多弊端。比如:(1)传统的实验内容(如8086汇编程序实验、数据和地址锁存实验、8255并口实验、A/D和D/A转换、8251串行通信实验、8259中断实验等)多为验证性实验,学生按照操作手册进行少量连线即可完成,学生处于被动接受的地位,很难有深刻的感性理解;(2)传统的分离实验在培养学生的系统概念上有所欠缺,学生往往是掌握了单个分离的知识点,而难以综合起来形成系统,这样造成了学生在面对实际问题的时候,无法提出整体的解决方案;(3)传统的实验内容和方法无法激发学生的创新思维能力,在培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力方面考虑也很少,无法发挥学生的主动性和创新性。

为解决上述问题,我们在教学过程中应更加突出实践教学的重要性,注重培养学生系统的整体观念和综合意识^[3],强调计算机软硬件系统的结构和设计思想,使得学生建立对计算机系统的整体认识,着重培养学生的工程综合和系统创新能力。同时,在教学过程中教学团队建立过程监控和质量评价促进毕业要求的达成,横向比较的同时也注重每一届学生的纵向比较,制定相应的持续改进策略。

1 基于综合创新能力培养的微机原理与接口技术创新性实验改革

目前被广泛应用于电子设计各个领域的FPGA是一种通用的可编程器件,基于“软”硬件的系统设计理念,让数字系统的设计具备了更加强大的灵活性^[4]。FPGA已被国内外各大高校广泛采用^[5-7]。

针对现有课程实践教学环节的问题以及现有技术的特点,借鉴了各大高校的改革思路,我们围绕“如何采用硬件及接口技术和软件系统完成实现计算机系统”这一问题,提出如下教学改革技术路线,如图1所示。分别针对不同的教学层次和培养目标,采用不同的实践教学形式。采用了翻转课堂和网络微课的形式进行基础性验证性实验的教学,继而结合课堂实践和开放实验进行专业课程实验培养

专业技能,树立系统观念和综合意识;进而提出具有一定挑战性的创新性实验来进行引导和启发式教学,培养学生的主动意识和创造能力。

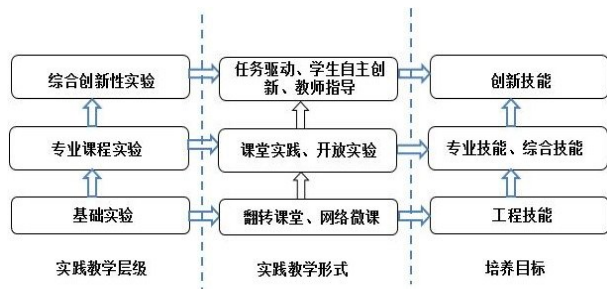


图1 实验教学改革技术路线

2 基于翻转课堂和网络微课的基础性实验

目前基于FPGA的实验教学平台可实施数字电路、可编程器件、微机原理与接口技术、嵌入式系统等课程的实践教学^[8-10]。然而,本专业的选课学生明显存在硬件描述语言HDL和FPGA平台使用训练不够,而现有的专业培养方案尚未增设必修HDL和FPGA的先导课程。因此,教学团队利用翻转课堂^[11],借助网络平台和信息技术手段进行辅助实验教学,制作了针对FPGA基础实验的微课,并借助学院网络公共平台进行发布,让学生可进行自主实验,提高了工程实践技能。课件详细介绍了原理,分步骤演示了基础性实验(如ISE软件基本操作、FPGA实验板硬件仿真流程、分频计数器、基于FPGA的流水灯控制、时钟设计等)的具体操作流程^[12],方便学生熟练掌握FPGA的硬件配置和软件开发技巧。学生可在课外根据课件和背景资料进行自主学习并反复实践操作,一方面提高了学生使用FPGA实验平台进行开发的熟练程度和实践能力,另一方面也解决了实验课时有限的问题。在课堂上教师可根据学生掌握程度进一步讲解实验原理和重点步骤,同时进行结果展示,进而可以进行实验总结提升和拓展以及定制课后更个性化的学习内容。翻转课堂彻底改变了传统的以教师为中心的教学模式,转向了以学生和知识为中心,可以为学生提供个性化的定制教育,有效促进学生的自主学习,同时也提升了教师讲课效率^[13]。

3 基于课堂实践和开放实验的专业实验设计

“微机原理与接口技术”的课程大纲要求学生通过理论和实践相结合,深入理解各功能部件的原理,掌握各组成部件在系统中的作用及其连接关系,同时引导学生树立系统观念和综合意识^[14]。为此,除了课堂实践外,还开放实验室资源,为学生动

手实践、专题设计提供必要的硬件资源。

这一阶段主要是针对专业核心技能的培养,要求学生在熟练掌握硬件描述语言和 FPGA 开发的基础上,根据课堂所学的理论基础知识,参考实验教学案例用硬件语言将上述模块实现出来,以便理解和掌握教材上的微机原理各组成部分的概念。学生可以用硬件描述语言在 FPGA 的单块板上实现某部分的功能,也可以采用模块化思想灵活地采用多板块组合来实现接口技术实验,例如:可进行简易运算器设计、总线、中断处理、串并行通信、AD/DA 转换芯片的结构和原理等。

以总线及串口通信数据传输实验(如图 2、图 3 所示)为例,要求学生用 5 块 FPGA 实验板分别实现:(1)CPU 模块;(2)总线模块;(3)按键控制模块;(4)数码管显示模块;(5)串口通信模块。实验要求实现将用户按下的键盘标号在数码管显示模块和与串口通信模块相连的 PC 机上显示出来。

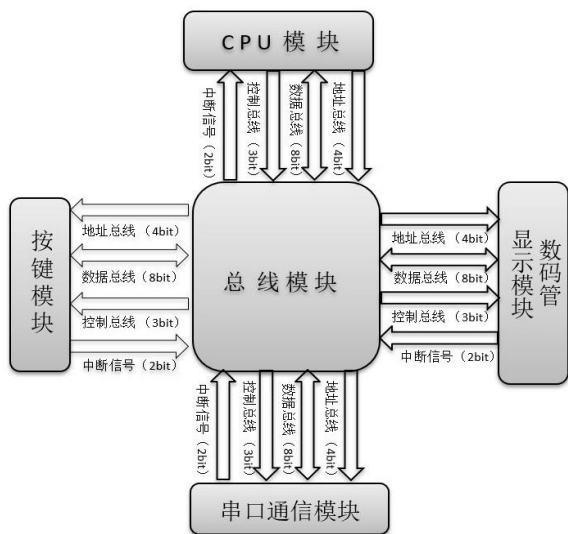


图 2 总线及串口通信数据传输实验原理图

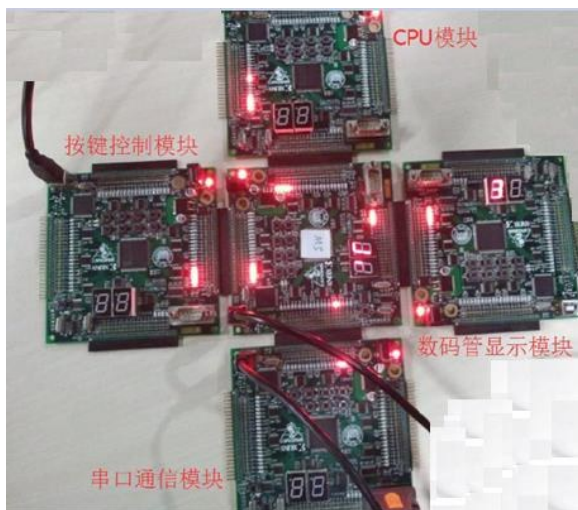


图 3 总线及串口通信数据传输实验实物图

4 基于“任务驱动”的综合创新实验

基于“任务驱动”的教学模式^[15]鼓励学生以小组形式进行综合性创新项目。这一阶段以学生为主体,教师适时加以点拨、指导、督促,并有计划地进行前期开题、中期检查以及结题答辩等,保证项目的顺利实施。

较之前已有参考例程的实验项目,综合性创新实验案例的实施可以让学生更加直观地体会到了系统的概念,以及各部件的实现和接口技术原理,加深了学生对微机原理接口技术和体系结构的理解,增强了学生的学习兴趣,提高了教学效果,培养了学生的团队协作精神和创新能力。2017 年学生完成的典型的项目有“多轴运动绘图仪”(如图 4 所示)、“打砖块游戏”(如图 5 所示)、“声波处理与显示设计”、“便携式 KTV 设备”、“视力测试装置”、“声学照相机”,“心率监测和报警设备”等 17 项。2018 年又完成了“超声倒车报警系统”、“蓝牙测距平衡小车”、“信号频率计”、“指纹识别系统”等项目 25 项。学生在整个过程中全面掌握并实现了采用硬件描述语言实现各功能部件,并应用微机原理与接口技术知识相互连接来实现整个系统,圆满完成了既定任务。创新项目的实施不仅增强了学生的主动学习意识,也有效地锻炼了学生对知识的综合运用能力、创新能力以及团队协作能力。

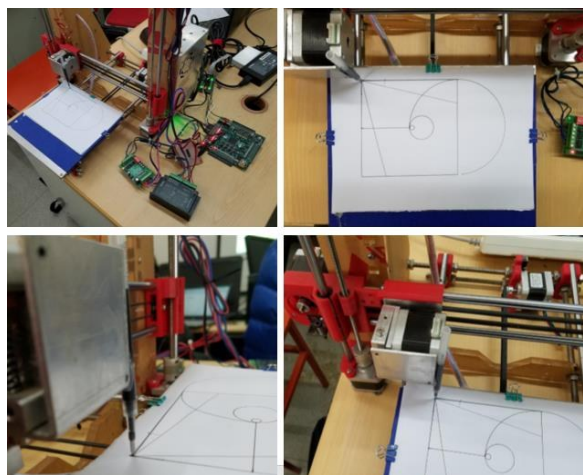


图 4 基于 FPGA 的多轴运动绘图仪实物图

5 基于“评价-反馈-改进”的持续改进策略

在教学过程中,教学团队非常注重课程的持续改进,不仅在教学内容和实验内容上紧跟技术发展的潮流和趋势,而且注重学生的评价和反馈,进行持续地改进,以保障其始终与学校制定的毕业要求及毕业后的市场需求相符合,如图 6 所示。



图 5 基于 FPGA 的打砖块游戏实物图

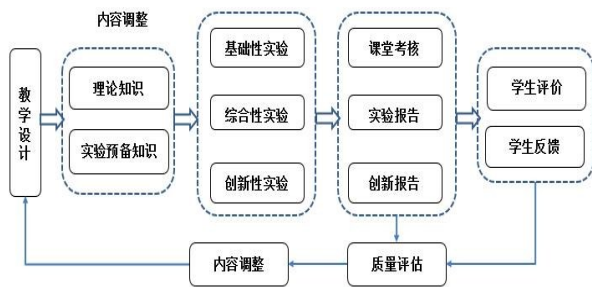


图 6 基于“评价-反馈-改进”的持续改进策略

课程教学团队制定了相对完善的考评机制,在创新实验环节指导教师对学生从开题讨论、中期检查到终期答辩,进行环环把控。分别从课题创新性、工程复杂度、课题完成度、组员分工等方面进行评价,有效促进创新实验中每名成员的参与意识。

课程将每一届的创新成果资料公开供新一届的学生学习和参考,教师团队在考核时注重每一届的纵向对比,如果本届学生选题和上一届的类似,那么需要指明其借鉴的地方和改进之处,鼓励学生借鉴和移植的同时防止学生照抄照搬。

6 结语

本次“微机原理与接口技术”的实践教学改变了传统以演示验证为主的弊端,在教学中采用了翻转课堂进行基础性验证性实验的教学,同时提出具有一定挑战性的综合性实验和创新性实验来进行引导和启发式教学,充分调动了学生的主动性和创造

性,有力地促进了学生的系统综合观念以及创新能力,极大地提高了学生提出问题、分析问题、解决问题的能力。实践教学改革三年多来,学生的工程技能、综合实践能力和创新能力都得到了大力提升,获得了学生一致的认可,项目的参与度和创新性逐年递增,教学效果显著。

实践证明,只有紧跟技术发展的趋势以及新工科建设的要求,在教学中不断探索和改革,才能培养出高质量的工程领域拔尖人才以赢得竞争优势。今后一段时间课程改革将继续深入探索和加强学院内部的资源共享和课程体系建设,从广度和深度上进一步加强综合性、创新性、系统性的实践教学模式,进一步提升学生的自主学习能力、沟通合作能力、创新综合能力。

参考文献 (References):

- [1] 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.
- [2] 曹华, 苏曙光, 陈亨斌. “微机原理与接口技术”课程教学改革探索[J]. 电气电子教学学报, 2015(4):18-20.
- [3] 左冬红, 罗杰, 张林, 等. 计算机原理与接口技术实践教学改革的[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(10):187-190, 194.
- [4] 张松, 李筠. FPGA 的模块化设计方法[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(5):560-565.
- [5] Yousif A. Teaching Computer Architecture and Organization using Simulation and FPGAs[J]. International Journal of Information and Education Technology, 2011(3):190.
- [6] Cifredo - Chacón M D L Á, Quirós - Olozabal Á. Computer architecture and FPGAs: A learning - by - doing methodology for digital - native students[J]. Computer Applications in Engineering Education, 2015, 23(3):464-470.
- [7] 陈林, 陈晴, 邢思锐, 等. 基于 FPGA 的综合设计性实验项目设计[J]. 实验室科学, 2012, 15(4):83-86.
- [8] 王洁, 侯刚, 周宽久, 等. 基于 FPGA 的课程群一体化实践教学体系与平台[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(9):208-211.
- [9] 陈璨, 李林, 刘复玉, 等. 基于 FPGA 的微机接口实验系统设计[J]. 实验室科学, 2017, 20(1):61-64.
- [10] 李兰英, 崔永利, 李妍, 等. 基于 FPGA 技术的嵌入式应用型人才培养教学体系[J]. 计算机教育, 2011(16):18-21.
- [11] 秦晓梅, 谢梦琦, 巢明, 等. 基于 FPGA 的远程实体操控单片机实验平台开发[J]. 实验室科学, 2019, 22(4):5-9.
- [12] 蔚瑞华, 余有灵, 张伟, 等. 基于模块化思想的 FPGA 综合实验项目设计[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(5):44-47.
- [13] 宋彩霞, 陈龙猛, 曹美荣. 翻转课堂教学效果的实证对比[J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(3):35-39.
- [14] 何永玲, 余华芳. “微机原理与接口技术”课程综合改革[J]. 电气电子教学学报, 2017, 39(3):98-100, 104.
- [15] 曲凌. 任务驱动的小组教学法在实践教学中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(6):200-203.