

文章编号: 1672-5913(2015)21-0011-04

中图分类号: G642

以系统能力培养为导向的计算机组成原理课程教学研究

杨 梅, 刘义军, 郑 津

(西南石油大学 计算机科学学院, 四川 成都 610500)

摘 要: 针对目前国内大部分高校计算机组成原理的课程体系缺乏系统性、教学内容及教学模式陈旧的现状, 提出以培养系统能力为导向的教学方法和模式, 阐述以课堂教学体系为基础、以梯度化实验教学为支撑、将 MOOC 平台与 SPOC 教学模式相结合, 以第二课堂为拓展的教学实施体系, 实现系统能力培养的教学目标。

关键词: 系统能力; 计算机系统; 计算机组成原理; MOOC; SPOC

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2015.21.004

0 引 言

在移动互联时代, 计算机类专业的学生必须具备系统能力, 这已成为国内外教育专家的共识^[1-4]。计算机组成原理课程作为计算机专业研究生入学考试专业基础综合科目之一, 是培养学生深入理解计算机基本工作原理、建立计算机系统概念必不可少的部分, 是整个计算机学科和计算机系统中最重要的基础和核心^[5], 其教学内容和教学效果一直受到业界的高度重视。由于课程涉及的知识面广, 内容多且更新快^[6], 国内绝大多数高校的计算机组成原理课程体系缺乏系统性, 教材更新滞后, 教学内容相对陈旧, 教学模式传统, 与现代计算机技术的发展水平和实际情况脱节, 总体上与国外一流大学相比还有很大差距^[5], 并且国内计算机教育“重软轻硬”的倾向日益严重。

大规模开放在线课程 (massive open online course, MOOC) 是基于课程与教学论及网络和移动智能技术发展起来的新兴在线课程形式^[7], 众多教学名师为其提供了丰富的教学资源。小

规模受限在线课程 (small private online course, SPOC) 教学模式利用 MOOC 的技术和资源, 将课堂教学与在线教学结合, 实施翻转课堂教学^[7], 已在国内外高校引起广泛关注, 取得了较好的教学效果^[8-9]。

如何利用 MOOC 资源, 更好地借鉴国外一流大学的教学经验, 解决目前国内大部分高校计算机组成原理课程教学中存在的问题, 达到系统设计、实现和应用能力培养^[10]的教学目标要求, 已成为国内计算机硬件教学研究和改革的重点。

1 科学规划、系统构建课堂教学体系

在课堂教学内容的安排上, 我们借鉴卡内基·梅隆大学 (CMU)、斯坦福大学 (Stanford University)、加州大学伯克利分校 (UC, Berkeley) 等美国一流大学的课程教学内容, 以培养“从程序员视角理解计算机硬件设计, 从硬件设计者角度理解程序执行”^[11]为目标, 讲授计算机硬件的基本工作原理, 以及硬件与软件的关联, 形成以培养系统能力为目标的教学大纲, 为层次型计算机系统的学习打下第一层基础。

基金项目: 西南石油大学高等教育人才培养质量和教学改革项目“MOOC 支持下计算机组成原理课程多元教学模式的研究与实践”(2014JXYJ-24)。

第一作者简介: 杨梅, 女, 讲师, 研究方向为数据挖掘、智能控制, 961135186@qq.com。

首先,以掌握计算机硬件原理为视角,淡化元器件的设计细节;以功能模块设计为先导,单周期 CPU 为过渡,最终实现流水线 CPU^[5]。对于计算机组成原理课程的重要知识点(如指令系统设计、CPU 模型机、数据通路、Cache 机制等),应建立从单周期 CPU 到流水线 CPU 的转变机制,以体现计算机领域的新技术、新理念。如对比基于 RISC 或 CISC 指令集的 CPU 在设计方案、指令寄存器、总线通路、读取机制、时序控制等方面的异同和优缺点;一个简单的 C 语言程序在流水线 CPU 上的运行过程等。

其次,以计算机组成和工作原理对上层程序的支撑为视角,侧重硬件设计与软件的关联。例如:信息的表示与 C 语言的数据定义;机器指令与 C 程序的机器级表示;数据通路与程序的执行;存储器的结构与 C 程序的调度、执行;处理器的体系结构与程序的执行效率等。同时,构建一组典型的 C 语言程序设计案例集并将其反汇编,从原理上描述计算机是如何解释执行程序,系统的哪些部分将给程序的执行效率带来影响,如何避免或降低影响。帮助学生基于对计算机系统的理解来改善程序的性能,构造一个层次型的计算机系统。

最后,适当整合计算机新技术、新理念,如并行计算机、分布式计算机、云服务架构等,体现这些技术的改进思路和现状,提升学生对课程的兴趣,进而进行创新性研究。

2 构建梯度化实验教学体系

实践教学有助于加深学生对原理的理解,但对大多数学生来说,在计算机模块高度集成化的实验箱上进行验证性实验,除了连线和实验结论以外,难以理解到实验现象的内涵。因此,构建一组与课堂教学体系相照应的、梯度化的实验教学体系,有利于系统能力的内化。

首先,构建基础实验案例。以理解计算机各功能部件的设计原理为视角所设计的实验,如

ALU 实验、微程序控制实验、存储器实验、I/O 实验等,要求学生用 Quartus 等软件进行模拟设计,以深化对功能部件的理解;以计算机组成对上层程序的支撑为视角所设计的实验,如数据定义实验、二进制的炸弹、体系结构实验、缓冲区溢出、性能实验等,使学生基于对计算机底层工作原理的理解来解释程序编写所遇到的各种现象,从而编写健壮的程序。

其次,以功能部件的设计为先导,单周期工作为基础,设计数据通路和时序系统。使用 Quartus 软件模拟计算机取指令、执行指令的完整过程,实现单周期 CPU 系统的设计。

最后,对单周期 CPU 进行优化和改进,最终设计实现流水线 CPU。学生可基于自身能力,设计不同级数的流水线;老师遴选能力强、有热情、敢于挑战和创新的学生及其作品,使其进一步优化 CPU 内核的性能,适度增加转发、阻塞等其他功能。

3 开展多样化的教学方法和教学组织形式

3.1 建设丰富的立体化课程资源

配合课堂和实验教学体系,我们将每个章节分解成若干相对独立的知识点,精心制作课程讲义和课件,规划课程视频。视频建设采用循序渐进的策略:在教学改革之初,以难度适中的 MOOC 视频作为主体,其余相关 MOOC 视频作为补充,通过遴选和整理,形成适合本校的视频体系和实施方案;随着经验的积累和教学的需要,在充分考虑该课程与其他课程、实验教学的配套关系后,制作完善的课程视频。

广泛利用 MOOC 资源,系统规划题库,建设在线讨论问题集,采用过程监控及评测系统等;跟踪、收集、整理与计算机硬件技术发展相关的新理论、新技术的资料和参考文献,让学生灵活投入课余时间,根据兴趣点开展学习和研究,将课堂学习和课后拓展有机结合,激发学习兴趣和热情。

3.2 SPOC 教学

将所有的教学资源有机组织,搭建在线课程平台,实施 SPOC 教学模式。具体方法可以是:将学生分为若干小组,所有课堂教学和在线教学均以小组为单位开展;教师提前布置在线学习的视频、相应的文献资料、作业、学习要求、完成时间及课堂讨论问题等;学生分小组学习、讨论,提炼出知识框架、重难点、存在的问题等,撰写学习研究报告,做好充分的汇报准备;在课堂上,每个小组完成指定的课堂汇报次数,其他同学参与课堂讨论,没有机会发言的同学可以在网络上继续参与讨论;教师在课堂上对知识进行点评、串接、拓展和深化,回答学生的问题,与学生一起处理作业或其他任务等,以保证教学效果;定时发布测验、在线讨论等,以获得学习效果的反馈信息。

3.3 基于过程考核的课程评价体系

探索学习效果跟踪机制,将在线学习、课堂学习、实验学习的评分机制有机结合,形成贯穿于全课程的综合考评机制,从根本上改变“一考定成败”的不科学评价模式,例如:利用过程监控和评测系统,在线成绩由学生视频学习、作业、互评作业、测验、在线讨论等成绩综合构成;课堂成绩由小组汇报、参与提问和讨论、新技术小课堂(学生讲授)、课后大作业等成绩综合构成;针对实验教学,探索团队协作评分机制、实验创新加分机制、综合课程设计机制等,从多角度考查学生的实践参与情况。

3.4 与现代教育教学手段结合的多元教学方法

由于计算机组成原理课程具有抽象、难度偏大等特点,为调动学生的学习兴趣,加深理解,启迪思维,教师应广泛采用各种教学方法和手段,以保障系统能力培养的效果。讲解抽象原理时多采用类比教学,将来源于实际生活的思想或处理事务的方法引入课堂,有利于学生对抽象问题的理解,如:流水线的指令预取类似于医院

排队就诊,中断的工作原理类似于学生在课堂上提问,存储器的扩展原理类似于教室座位的安排等。同时,我们利用动画进行形象教学,举例来说,CPU 的流水线工作原理是由计算机各模块之间和模块内部相互配合完成的,若采用逐页播放 PPT 的教学方式,显然难以形成系统化概念;可以利用 Authorware、Flash 动画、VBA 编程等现代教育手段,由教师对相关知识进行整合,用动画的方式直观地展现数据处理和传送的完整流程,这样可一定程度上规避抽象的硬件理论给教学带来的负面影响。

4 形成有特色的第二课堂

与云计算、移动互联网等学科前沿结合,在专业范围内,广泛开展与计算机组成原理和系统能力培养相关的第二课堂活动,如开展 CPU 创意设计竞赛,交流学生的参赛作品在流水处理机制、Cache 映射机制、冲突处理、转发、阻塞处理等各方面性能的优劣;定制计算机设计竞赛,让学生从性价比、定制性能方面进行综合考虑,裁剪、优化设计 CPU;CPU 二次开发竞赛,鼓励学生与计算机学科前沿结合,在自行设计的 CPU 上进行游戏开发、机器人设计、物联网应用、移动互联网应用等,激发学生的创新能力。

对在竞赛中脱颖而出的优秀作品,教师可以指导学生进一步优化完善,让学生在更广阔的平台进行交流、学习,获得更具深度和广度的系统能力训练,进而达到以学促赛、以赛促学的良性循环。

5 结 语

如何在教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会“计算机类专业系统能力培养研究”项目的指导下,使计算机组成原理课程从单纯的硬件讲授,转变为以提高系统级设计、实现和应用能力为导向的教学新形态,是“系统能力”培养的重点。笔者提出的一整套教学体系、方法和模

式,目的是使学生在理解计算机原理的基础上,从系统层面思考,夯实系统理论基础。当然,计算机系统能力的培养不能仅依靠一门课程的改革,涉及程序设计、操作系统、编译技术等多门课程,面临着巨大的挑战,需要教育工作者不断学习、研究、探索和实践。

参考文献:

- [1] The joint task force on computing curricula of ACM/IEEE. Computer Science Curricula 2013 Ironman Draft (Version 0.8)[EB/OL]. [2013-03-26]. <http://ai.stanford.edu/users/sahami/CS2013/>.
- [2] 教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会. 高等学校计算机科学与技术专业人才培养能力构成与培养[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010: 19-20.
- [3] UC Berkeley. CS courses information & scheduling[EB/OL]. [2013-07-02]. <http://www.eecs.berkeley.edu/Scheduling/CS/>.
- [4] Stanford University. Computer science courses[EB/OL]. [2013-07-02]. <http://www.cs.stanford.edu/courses>.
- [5] 袁春风, 陈贵海, 黄宜华, 等. “计算机组织与系统结构”课程的教学现状和改革思路[J]. 计算机教育, 2009(16): 153-156.
- [6] 黄岚, 袁钢, 程新荣, 等. 基于SPOC理念的计算机组成原理课程互动教学研究[J]. 计算机教育, 2015(13): 15-18.
- [7] 康叶钦. 在线教育的“后MOOC时代”: SPOC解析[J]. 清华大学教育研究, 2014(1): 85-93.
- [8] Lee G. Professor William Fisher's edX, CopyrightX MOOC[EB/OL]. [2013-05-09]. <http://masslawblog.com/copyright/observations-on-professor-william-fishers-edx-copyrightx-mooc/>.
- [9] Caron P. Harvard Law School offers first free online course[EB/OL]. [2012-12-28]. http://taxprof.typepad.com/taxprof_blog/2012/12/harvard-law-school.html.
- [10] 袁春风. 计算机系统基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015: 1.
- [11] Bryant R E, Hallaren D R O. 深入理解计算机系统[M]. 龚奕利, 雷迎春, 译. 北京: 机械工业出版社, 2011: 3.

(编辑: 彭远红)

Java 核心技术

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2015.21.005

书名: Java 核心技术

作者: 马志强 张然 李雷孝

书号: 9787302-352051

出版社: 清华大学出版社

出版时间: 2014年4月第一次印刷 2015年2月第二次印刷

定价: 49.00 元

内容简介:

本书涵盖了 Java 平台标准版的全部基础知识和高级特性, 包括 Java 编程基础知识、Java 面向对象程序设计、高级类特性、Java GUI 程序设计、集合框架、Java 异常处理、I/O 流、泛型、JDBC 访问数据库、多线程编程、Socket 网络编程等。

全书结构严谨, 层次清晰, 语言生动, 理论论述精准深刻, 程序实例丰富实用。不仅适合作为普通高校或职业培训教材, 也可作为 Java 初学者和程序员的首选参考书。

