

文章编号: 1672-5913(2022)09-0009-03

中图分类号: G642

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2022.09.012

计算机系统结构的课堂驾驭

曹 强

(华中科技大学 计算机科学与技术学院, 湖北 武汉 430074)

1 概 述

“101 计划”在 2022 年春的校际听课活动包含 33 所高校提供的共 117 个课堂, 涉及 4 门计算机系统结构课, 任课教师包括清华大学的汪东升、东南大学的任国林、大连理工大学的王宇新, 还有我本人。大家采用的教材基本一样, 课程内容基本相同, 因而有许多共同语言。

目前计算机专业课程体系中, 计算机系统分为硬件和软件两个方面, 前者主要课程路径是模拟电路—数字电路—组成原理, 后者主要课程路径为 C 语言—编译原理—操作系统。一些学校把组成原理和操作系统进行一定的融合构成计算机系统课程; 一些学校把组成原理和系统结构进行融合构成计算机组成和系统结构课程。在计算机组成原理和计算机系统之后, 仅有部分学校在本科阶段开设单独的计算机系统结构课程, 其主线内容是处理器—存储层次—多处理系统。总之, 计算机系统相关课程大致分为 3 门, 分别是计算机系统、计算机组成原理和计算机系统结构, 大约占 2022 年春“101 计划”中课堂数量(117)的 12%(14)、12.8%(15)和 3.4%(4)。

事实上, 针对本科生开设计算机系统结构课程的学校并不多, 这也间接导致学生对于本课程重视程度较低。教和学是相互作用的过程, 因此如何激发学生的学习热情是本课程最大的教学挑战, 也是本次“101 计划”中 4 位教师交流最多的内容。



曹 强

2 课堂情况介绍

课堂教学最为关键的是让学生维持学习热情和注意力, 学习是辛苦的, 需要内外动力共同作用。注意力受到多种因素的影响, 包括讲授内容的吸引力、学生精神状态和学习欲望、听课时长等。为了维持学生的注意力处于较好的响应区间, 教师要在课堂上根据学生的听课情况进行动态调整, 就像指挥家一样控制整个乐队的节奏。

计算机系统结构课程特点是内容广泛、概念抽象, 涉及计算机系统的各个方面。从处理器内部结构设计到分布式计算机系统架构, 既讨论处理器微结构电路设计, 也讲授编译系统和指令集、流水线内并发指令之间的相互作用, 还要介绍操作系统虚拟内存管理、I/O 调度等, 涉及本科多个专业课程的知识内容, 进而须在系统层面综合考虑、通盘设计和量化评价。此外, 绝大部分本科生不会直接接触处理器和计算机系统设计, 而搭建实际计算机系统软硬件研究平台也比较困难, 因此很多知识点和技术介绍都是建立在抽象概念讲解之上, 学生缺乏感性认识 and 实践经验, 造成理解学习内容的障碍。

首先, 4 个课堂都强调课前引导复习(10min 左右)和课后总结环节(2~4min), 这源于较为抽象

的课程更需要学生构建整体概念体系,回顾和引导过程方便学生快速回忆本知识点的上下文内容,强化整体知识架构,让学生更容易领悟本次学习的要点。4位教师都精心准备了1~2页PPT描绘整体概念视图。

其次,通过PPT图文融合解释概念定义—实现细节—量化(实验)分析过程,通过图示方式展示概念和相关概念的关系;通过实例动画或者结构细节描述,详细讲解系统结构部件及处理过程,并让学生从设计者角度思考问题;通过量化分析例题,讲解针对结构和过程的模型化方法,进而进行量化分析,并辨析不同设计的性能和优劣。例如,任国林老师通过动画一步步描述流水线电路实现细节,让知识点和学生已有的电路经验联系在一起;王宇新老师通过精心设计的PPT课件讲解流水线中各种冲突。

再次,通过课堂互动引导学生参与教学活动。计算机系统结构这种抽象课程较难长期抓住学生的注意力或得到及时反馈,因此须时时提问学生或鼓励学生提问,让学生参与教学过程,并且时刻观察学生的学习状态,从而及时调整讲授节奏和方法。不过在本次听课过程中,基本没有学生主动提问,都是教师点名提问。

最后,结合身边实例或者当前新闻讲授相关知识点。通过亲身经历或者分析热点事件,客观讨论设计系统时的实际经历和案例,让学生感受到课程学习内容和面临的问题是实实在在的。例如,汪东升老师介绍自己设计安全处理器的经历,并邀请郑纬民院士在课堂上介绍AI计算,激发学生的学习和创新热情。

此外,4位教师在上课时也体现了各自的风格。汪东升老师在介绍知识点之后,还引导学生思考知识点的边界,例如虚拟Cache实现方式;任国林老师具有丰富的电路科研经验,因此更多从电路实现角度来介绍流水线设计;王宇新老师从并行算法方面介绍流水线机制;我则更多介绍相关产业发展历程和趋势,激励学生学习及探究动力。

遗憾的是,因为疫情原因,本次听课都是线上进行的,因此没有直接观察到学生课堂表现,也没有和学生直接交流。希望今后能够更多地获得学生的反馈。

3 教与学中存在的问题

虽然在课堂教学中,4位教师都展示了较高的教学技巧,但大家普遍认为提升计算机系统结构教学效果受限于3个关键因素,仅通过改进教学方法不能很好地解决。

首先,学生觉得学习计算机系统结构没有用。该课程不能直接提升学生写代码的能力;企业招聘和考研时,不考查相关课程知识;一些概念和知识点在前期组成原理和计算机系统中已经介绍过,学生认为重复学习。

其次,学生觉得计算机系统结构很难学。课程内容较为抽象,结构图和流程都依赖逻辑思维而难以具体操作;课程涉及很多相关软硬件知识,须融会贯通地思考;计算机系统设计涉及大量影响因素,但在量化分析中化繁为简、抓住要点较为困难。

最后,很多学生更关注分数而不是知识掌握程度。虽然各位教师希望学生更好地理解 and 掌握计算机系统设计方法,但学生更关注考试分数。一方面,教师通常不敢把题目出得太难或超纲,避免大量学生不及格;另一方面,学生根据以往经验,仅对考查点进行机械式学习,对于其他非考试内容不感兴趣。观察几个课堂,只有教师点名,学生才回答问题,缺乏学习主动性。

在交流中,大家也讨论如何解决这3方面的问题。首先,要让学生觉得这门课是有用的,在大

势上,从国家发展(解决“卡脖子”)和技术趋势(新器件、新应用带来的新机遇)方面激发学习兴趣。其次,针对学生特点,精心组织教学内容和提升课堂教学技巧,努力解决学习难的问题,通过生动有趣的示例、课件和表达方法不断调动学习热情;在课程组织方面,适当增加关键实验环节,增加学生感性认识。最后,通过多样性考核方式减少笔试导致的知识点导向式学习,例如把课堂内外的提问环节、学习报告等作为评分项。

4 结 语

在“101计划”课堂观察活动中,不同学校的教师能够就一门课程的建设 and 教学方法进行充分交流,集思广益、取长补短,是难得的机会,对计算机系统结构这类“小众”的课程尤其有意义,期望能够推动本课程教学水平的整体提升。

(编辑:赵 原)

(上接第8页)

黄丽达老师共同完成,协同效率高。赵欢老师主讲理论知识内容,黄丽达老师协助同步进行代码展示和实践内容讲解,减少了讲授与实践环节之间的切换开销,比仅有一位主讲老师授课的课堂效率高,值得推广。

3 自我观察与反思

此次101计划的课堂提升组活动使我对课程教学质量提升、课堂活动等进行了深入思考,给我带来了全新视角,有了全新体验。这项活动也提供了与其他兄弟院校老师深入沟通和交流的机会,令我学习到了很多宝贵的经验。建议课堂观察活动可以持续、深入地开展。有两点想法:①尽快梳理一下本学期活动中发现的问题,并聚焦1~2个问题开展教学研究,提出解决思路;②着手建立通过课堂观察来提升课堂水平的具体方法,形成课堂提升的迭代改进长效机制。相信通过101计划的深入推进和广大高校专家的关注努力,能够极大地促进高校计算机专业教学研究的深入开展,能够在机制做法上有所突破,最终实现课程教学质量的稳步提升。

(编辑:宋文婷)