

面向系统思维能力培养的课程教学方法探索 ——以计算机系统基础为例*

乔静静 李孟军**

山东工商学院学院计算机科学与技术学院, 烟台 264005

摘要 本文探讨了面向系统思维能力培养的课程教学方法, 以计算机系统基础课程为例, 旨在提升计算机专业学生的系统思维、创新及问题解决能力。在信息化背景下, 计算机技术与多学科交叉融合, 系统思维能力成为计算机专业人才的关键素养。针对传统教学模式的局限性, 提出了一系列创新教学措施。研究设计了全面覆盖计算机硬件结构、操作系统、数据结构等内容的课程体系, 并注重课程内容间的关联性。通过引入实际案例和项目实践, 结合理论实践结合、虚实结合、翻转课堂等多元化教学方法, 帮助学生直观理解计算机系统运作机制, 培养系统思维。同时, 利用虚拟平台展示数据流动, 增强教学的具象化。通过综合考核评估, 实践成效显著, 学生系统思维能力及创新能力显著提升, 课程目标达成度高。本文提出的系统教学方案为计算机教育提供了新思路, 有助于培养具备系统思维能力的计算机专业人才, 推动计算机技术的创新与发展。

关键字 系统思维, 教学方法, 创新能力, 计算机教育

Exploration of Course Teaching Methods Oriented to Cultivating Systematic Thinking Ability --Taking the Fundamentals of Computer Systems as an Example

Qiao Jingjing Li Mengjun*

School of Computer Science and Technology of Shandong Technology and Business University
jingjingqiao@163.com, lmj@sdtbu.edu.cn

Abstract—Driven by the wave of informatization, cultivating systematic thinking ability has become particularly important for the comprehensive development of computer science majors. Taking the Fundamentals of Computer Systems course as an example, this paper delves into how to effectively enhance students' systematic thinking ability and subsequently boost their innovation and problem-solving capabilities through innovative teaching methods.

Keywords—Systematic thinking, Teaching methods, Innovation ability, Computer Education

1 引言

在信息化浪潮的推动下, 计算机技术已成为推动社会进步的关键力量。计算机技术与人们的日常生活、工作学习紧密相连, 计算机专业人才的培养也日益受到社会各界的关注。随着人工智能、大数据、云计算等技术的飞速发展, 计算机专业学生的系统思维能力显得尤为重要。系统思维不仅有助于学生深入理解计算机系统的本质, 还能帮助学生从全局角度分析问题, 提升解决问题的效率。因此, 本文旨在探索面向系统思维能力培养的课程教学方法, 以计算机系统基础课程为例, 提出一套系统的教学方案。

* **基金资助**: 本文得到山东工商学院校级教学改革研究项目(116882024228)支持。

** **通讯作者**: 李孟军 lmj@sdtbu.edu.cn。

2 研究背景与意义

2.1 计算机科学与技术的发展趋势

近年来, 计算机技术与其他学科的交叉融合趋势日益明显, 形成了基础理论交叉、关键技术交叉、研究团队交叉等不同的交叉领域发展局面。人工智能、大数据、云计算等新兴技术结合互联网所发展出来的“互联网+”、“人工智能+”等革新技术正在社会生活的各行各业中发挥关键作用。在这一背景下, 计算机专业学生的系统思维能力培养显得尤为重要。

计算机教育中的学科发展表现出的三大特性^[1], 动态性、群智性、普适性。其人才的培养不仅限于计算机专业学生, 还有计算机普及教育和计算机技术教育, 不同类型的计算机教育适应的人群具有显著差异

性^[2]。针对不同类型的学生进行合适的培养,是当前计算机教育所要解决的一个重要问题。

2.2 计算机教育面临的挑战

当前,计算机教育面临着诸多挑战。首先,传统教学模式采用统一的大纲、统一的教材、统一的进度,难以实现因材施教。其次,计算机专业课程的逻辑性强,对学生的逻辑思维能力要求较高,而学生能力参差不齐,导致教学效果不佳。最后,计算机教育过程中涉及非常多的计算机运行原理、机制和结果分析等问题,需要学生具备系统思维能力,而传统教学方法往往忽视这一点。

2.3 系统思维能力培养的重要性

系统思维能力是指从全局角度出发,对事物进行整体把握、分析和处理的能力。在计算机专业教育中,系统思维能力不仅有助于学生深入理解计算机系统的本质,还能帮助学生从全局角度分析问题,提升解决问题的效率。此外,系统思维能力还有助于培养学生的创新能力,为未来的职业发展奠定坚实基础。

3 当前学生能力发展所面临的问题

《中国教育现代化 2035》提出推进教育现代化的基本理念之一就是注重因材施教。而传统的教学模式采用统一的大纲、统一的教材、统一的进度,不能实现因材施教^[3]。以计算机专业为例,计算机专业课程逻辑性强,要求学生具有较强的逻辑动手能力,而学生能力参差不齐,传统教学模式会导致学生发展不平衡,久而久之学生就会失去学习的兴趣,因此打好计算机学习的基础是尤为重要的。为此,众多教师学者为计算机教育发展献计献策^{[4][5]}。学生能力发展面临的问题主要体现在以下几个方面:

3.1 教学模式单一

传统教学模式往往采用“填鸭式”的教学方法,学生被动接受知识,缺乏主动性和创造性。此外,统一的教学大纲和教材无法满足学生的个性化需求,导致学生发展不平衡。

3.2 学生能力参差不齐

计算机专业课程的逻辑性强,对学生的逻辑思维能力要求较高。然而,学生能力参差不齐,导致部分学生难以跟上教学进度,逐渐失去学习兴趣。

3.3 缺乏系统思维能力培养

传统教学方法往往忽视对学生系统思维能力的培养,导致学生难以从全局角度分析问题,解决问题的能力受到限制。

4 系统思维能力培养的具体措施

4.1 课程内容的设计

为了培养学生的系统思维能力,众多教学专家给出了建议^{[6][7][8]}。结合实际情况,我们对计算机系统基础课程的内容进行了精心设计。首先,我们确保课程内容能够全面覆盖计算机系统的各个方面,包括硬件结构、操作系统、数据结构、算法设计、网络通信等。同时,我们还注重课程内容之间的关联性,帮助学生建立完整的计算机系统概念。

其次,在课程内容的设计上,我们注重引入实际案例和项目实践。通过引入实际案例,创新教学方法^[9],可以让学生更加直观地了解计算机系统的应用场景和运行机制,培养学生的系统思维能力和解决实际问题的能力。通过项目实践,可以让学生在实操中运用所学知识,锻炼系统思维能力,提升创新能力。

最后,我们还注重课程内容的更新和拓展。随着计算机技术的不断发展,新的技术和应用不断涌现。我们要及时更新课程内容,引入最新的技术和应用,以赛促能^[10],帮助学生了解计算机科学的前沿动态。同时,我们还拓展课程内容,引入跨学科的知识和技术,培养学生的跨学科思维能力和综合素质。

4.2 教学方法的多元化探索

为了有效培养学生的系统思维能力,我们需要采用多元化的教学方法。除了传统的讲授式教学外,我们还可以结合以下教学方法:

(1) 理论与实践结合——实例化

单纯的理论知识的学习对于大多数人是枯燥的,更多的人喜欢看得到、摸得着的东西。为了帮助学生学习和掌握计算机系统,我们将理论课程与案例相结合,将计算机的硬件结构展示在学生的眼前,通过讲解系统运行,让学生充分认识计算机的具体架构和运作机理。

案例教学法是一种以实际案例为基础的教学方法,通过引导学生分析、讨论和解决实际问题,培养学生的系统思维能力。在计算机系统基础课程的教学中,我们选取了一些典型的计算机系统案例,如操作系统、数据库管理系统等,让学生通过分析案例,了解计算机系统的整体结构和运行机制,了解计算机系统“输入-实现-输出”过程,使学生掌握系统的整体性,实现培养学生的整体系统思维能力。

(2) 虚实结合——具象化

计算机的数据存储和流动是计算机系统基础中学习的难点问题。让学生能够形象的了解计算机的整体数据流动对理解计算机系统有着重要的帮助。

借助数字媒体专业的专业性,将计算机系统的^{数据}流动虚拟化、三维化。借助虚拟平台力量,形象化展示计算机系统运行过程中的数据处理能力。

翻转课堂是一种创新的教学方法,可以让学生在课前通过自主学习了解课程内容,在课堂上进行知识的巩固和深化。在翻转课堂中,教师利用专业化设计的多媒体展示系统、教学视频、PPT 等资源引导学生进行自主学习,并在课堂上组织学生进行讨论、交流和实践。通过翻转课堂,学生可以更加主动地参与学习过程,培养自主学习能力和系统思维能力。

(3) 知识推广——系统化

计算机系统基础对后续学习具有重要的理论指导作用。通过学习计算机系统基础,学生可以建立起对计算机系统的整体认识,为后续的操作系统、计算机网络、数据库等专业课程学习,提供有力的支撑,也有助于学生形成系统的思维方式,提高分析和解决问题的能力。

定期举办讲座和研讨会,分享最新的系统思维概念和技术趋势,借助实际案例让学生看到计算机系统知识在实际项目中的应用。提供丰富的在线课程资源,让学生可以随时随地学习。

通过组织小组讨论和合作,可以激发学生的学习兴趣 and 主动性。在小组讨论中,学生可以自由表达自己的观点和想法,与他人进行交流和碰撞,从而培养系统思维和批判性思维。同时,通过合作完成任务和项目,学生可以学会与他人协作、分工和沟通,提升团队合作能力和解决问题的能力。

(4) 实践创新——应用化

实践创新不仅为计算机应用提供了源源不断的动力,也推动了计算机科学本身的进步。实践操作是计算机教育中不可或缺的一部分。通过实践操作,学生可以亲自动手进行实验、编程和调试等操作,深入了解计算机系统的运行机制和应用场景。通过实践操作,学生可以锻炼自己的动手能力和实践能力,提升系统思维能力和解决问题的能力。同时,实践操作还可以帮助学生发现自己的不足之处,及时进行调整和改进。

提供开放的计算机实验室环境,鼓励学生参与项目开发、比赛等活动,在实践中巩固和应用所学知识,培养学生的团队合作能力、创新能力和解决问题的能力。与企业建立合作关系,为学生提供实习和实践的机会,让学生在^{实际}工作中应用所学知识。

为了有效培养学生的系统思维能力,我们强化实践环节。在计算机系统基础课程的教学^中,我们可以设计一些与课程内容相关的实践项目或实验任务,让学生在实践中运用所学知识进行探索和发现。通过实

践环节,学生可以更加深入地了解计算机系统的运行机制和应用场景,培养系统思维能力和解决问题的能力。同时,实践环节还可以帮助学生发现自己的兴趣和特长领域,为未来的职业发展做好准备。

表 1 PAD 图表

实例化 PAD 图	具象化 PAD 图
+-----+	+-----+
开始	开始
+-----+	+-----+
展示计算机硬件	引入虚拟平台
(实物或模型)	+-----+
+-----+	展示三维化数据流动
讲解 CPU 工作原理	(虚拟环境)
+-----+	+-----+
实例化:	讲解数据从输入到
- 展示 CPU 拆解	处理再到输出的过程
- 模拟 CPU 执行指令	+-----+
	虚拟化实例:
+-----+	- 展示数据在 CPU 中的处理
讲解内存与存储	- 演示数据在内存中的存储
+-----+	- 展示数据通过网络传输
实例化:	+-----+
- 展示内存条	翻转课堂准备
- 模拟内存读写过程	(视频、PPT)
+-----+	+-----+
讲解输入输出设备	翻转课堂活动
+-----+	(讨论、实践)
实例化:	+-----+
- 演示键盘输入	结束
- 展示显示器输出	+-----+
+-----+	
结束	
+-----+	

5 实施步骤

在这里,我们给出实例化 PAD 图,展示了如何将计算机系统的理论知识与实物展示和模拟操作相结合,如表 1 PAD 图表所示。通过展示 CPU、内存和输入输出设备的实物或模型,并模拟它们的工作过程,学生可以更直观地理解计算机系统的架构和运作机理。具象化 PAD 图中,我们展示了如何利用虚拟平台和翻转课堂的方法,将计算机系统的^{数据}流动具象化。通过虚拟环境展示数据在 CPU、内存和网络中的流动过程,学生可以更形象地理解数据在计算机系统^中的处理机制。同时,翻转课堂活动让学生在课前通过视频和 PPT 自主学习,课堂上则进行深入的讨论和实践,进一步巩固和深化所学知识。

针对系统化工作,在教学过程中,我们有意的引入程序设计、计算机网络、操作系统相关过程,并以案例的方式给予讲解,如实现“ $i=i+1$ ”过程,系统地推广系统思维的概念和技术,如表 2 所示。让学生看到计算机系统知识在实际项目中的应用,进而使学生明白和理解计算机程序语句执行过程中,不同系统部分的参与度和功能。

表 2 “i=i+1” 解释

取指令	II: 1110 0110
指令译码	IR←M[0000]
PC 增量	op=1110, 取数
取数并执行	PC←0000+1
送结果	MDR←M[0110]
执行结果	R[0]←MDR
	R[0]=33

对于应用化，我们通过设计实践项目、提供实验环境、鼓励学生参与项目开发和比赛等方式，将计算机系统基础的知识应用于实践中。学生在开放的计算机实验室环境中进行编程和实验，通过实际操作和调试深入了解计算机系统的运行机制和应用场景。同时，通过项目展示和报告评估实践成果，并根据评估结果进行反馈和改进。此外，与企业建立合作关系为学生提供实习和实践机会，让学生在真实工作中应用所学知识并提升系统思维能力和解决问题的能力。

6 实践成效

6.1 考核评估

学习效果的考核评估主要包括学习成绩统计和结果分析。

(1) 学习成绩由实验实践、关卡一、关卡二、期末等四项评分构成，它们的权重分别是 20%，20%，20%，40%，如表 3 所示。实验实践包含 6 个实验项目，考核学生对计算机系统方面的知识掌握程度，同时实验报告中包含学生对课程内容的建议和意见，通过这个过程，掌握学生的学习动态和改善教学手段，并将其纳入评分之中。

表 3 成绩统计表

姓名	总评	实验实践 (20%)	关卡一 (20%)	关卡二 (20%)	期末 (40%)

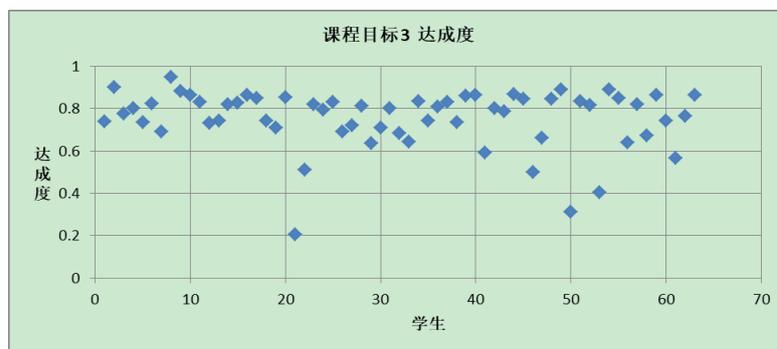
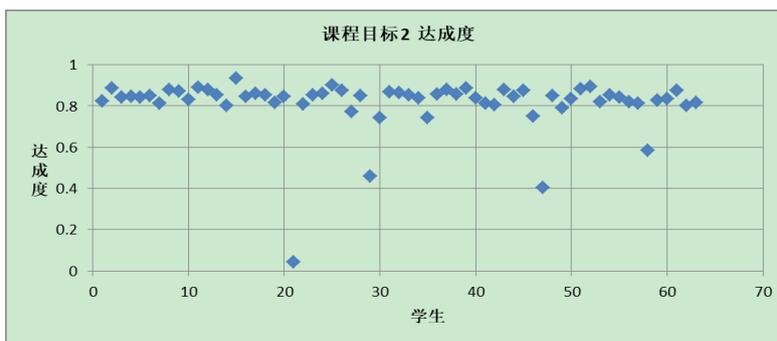
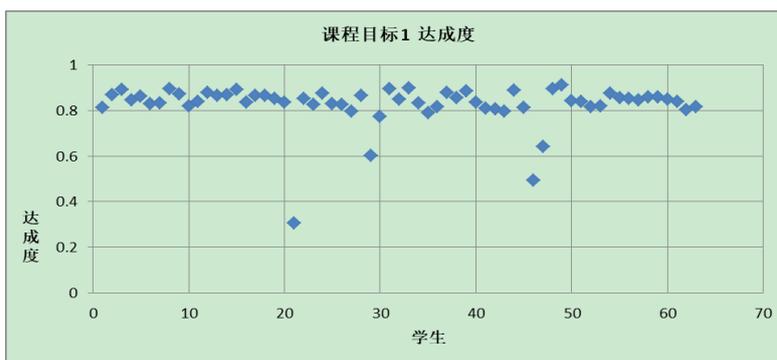


图 1 2022 级本科课程目标达成情况

(2) 结果分析包含对学生成绩的统计和分析。通过分析学生的期末试卷和实验报告情况,了解学生的学习特点,为后期的教学提供指导。

6.2 教学目标完成情况

本课程设置了三个课程目标:

(1) 掌握计算机系统的基本原理和技术。深入理解计算机的基本工作原理和高级语言以下各抽象层的知识。

(2) 建立完整的计算机系统知识体系和框架。系统理解计算机系统的各个组成部分,通过程序员的视角,覆盖计算机系统的各个方面,为后续深入学习计算机体系结构、操作系统、嵌入式系统、网络互联和网络安全等高级问题打下基础。

(3) 培养编程习惯和编写高性能程序,提升分析问题和解决问题的能力。培养学生利用系统知识来优化程序性能,使学生养成良好的编程习惯。训练学生的思维和分析方法。

图 1 中展示了 63 名学生的教学目标达成情况。课程目标 1 平均达成度为 82.61%,方差较小,说明学生对计算机系统的基本原理和技术掌握情况较好。课程目标 2 达成度为 81.28%,说明学生对计算机系统知识和框架的掌握比较好。课程目标 3 平均达成度为 75.41%,方差稍大,说明学生对知识的掌握和灵活利用尚有欠缺。另外也对比了前两届的情况,从成绩和项目完成情况来看,比之具有了改善。

从总体来看,本课程的改革对于学生的学习,尤其是项目实践方面具有很好的改善作用,大幅提升了实践动手能力。

7 结束语

计算机系统基础所强调的“系统思维”是计算机教育中目前所缺少的一个重要思维概念,在计算机一级学科中,计算机系统结构是最为薄弱的二级学科,在教育体系中加强培养计算机“系统思维”能力,

可以改善我国计算机领域自主创新不足的问题,有助于未来计算机应用的性能和满意度的软硬件磨合和优化,推动我国计算机技术方面的突破和发展。本文基于计算机系统基础课程的教学实践,探讨了面向系统思维能力培养的课程教学方法。

通过理论实践结合、虚实结合、知识推广和实践创新等多种方式,我们提出了一套系统的教学方案,旨在有效提升学生的系统思维能力并增强学生的创新能力与解决问题的能力。同时,本文还强调了课程内容的设计、教学方法的多元化以及实践环节的强化等方面对于培养学生系统思维能力的重要性。未来,我们将继续探索更加有效的教学方法和策略,为计算机专业教育的教学改革和创新提供参考和借鉴。

参考文献

- [1] 言十. 计算机学科发展趋势及其对计算机教育的影响[J]. 计算机教育, 2021(01):5-7.
- [2] 张玉花. 基于网络教学模式的计算机教育改革研究[J]. 电脑知识与技, 2021, 17(15):166-167.
- [3] 方献梅, 高晓波. 基于教育大数据的地方本科高校计算机专业课程教学策略研究[J]. 科技风, 2021(22):95-96.
- [4] 赵小林, 薛静锋, 王勇等. 多维实践构建的计算机实践教育螺旋学习模型[J]. 计算机教育, 2024(02): 150-154. DOI:10.16512/j.cnki.jsjyy.2024.02.029.
- [5] 张策, 吕为工, 李剑雄. 面向系统能力培养的计算机组成原理课程教学内容改革[J]. 软件导刊, 2023, 22(07): 164-168.
- [6] 陈勇, 徐超. 基于 PBL 的“计算机系统基础”课程教学改革探索[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2023, (03):90-92.
- [7] 张浩宇, 吕成国, 高扬. “计算机系统基础”课程建设探索与实践[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2023, (06):75-77.
- [8] 王雪. 基于 PBL 的“计算机系统基础”课程教学改革策略[J]. 信息系统工程, 2023, (09):165-168.
- [9] 孟文龙, 张策, 张小东. 新工科背景下“计算机程序设计基础”课程教学改革探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(1):P85-90.
- [10] 郭海如, 孔霞, 万兴, 武云云, 李志敏. 新工科背景下“以赛促能”式金课建设探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(1):P112-116.