

操作系统课程情景化案例教学改革

于祥春¹ 李江华¹ 刘儒佳²
(1. 江西理工大学 信息工程学院, 江西 赣州 341000;
2. 江西理工大学 体育与艺术学院, 江西 赣州 341000)

摘要：“情景化案例”能够有效辅助计算机类学生系统性梳理《操作系统》课程的基本概念、基本原理以及基本方法。《操作系统》课程情景化案例教学改革的目的是：（1）通过构建科学有效情景化案例以降低理论知识理解难度；（2）不断提升课程逻辑归纳能力以助力培养操作系统体系框架思维；（3）持续坚持理论联系实际以培养解决复杂工程问题能力。该课程改革以进程状态图、信号量机制等为例进行情景化案例设计。最后，通过学生课程目标达成度评价，验证了《操作系统》课程情景化案例教学改革的预期成效。并通过目标达成度散点图、个体达成度雷达图反映该课程改革还需持续提升学生的设计/开发解决方案与终身学习能力。

关键词：操作系统；情景化案例；教学改革；目标达成度

全国政协经济委员会副主任苗圩，在第十一届中国汽车论坛上发演讲时表示及早谋划自主操作系统等基础研究是推动我国汽车产业可持续发展的关键。自主操作系统在我国智能汽车、移动互联网以及计算机等领域发展过程中占据重要地位，开发自主操作系统，例如 HarmonyOS，同时也是解决我国所面临“缺芯少魂”窘境的重要举措之一。计算机类专业工程人才基础理论知识的培养、专业技能的持续提升均离不开对《操作系统》基本概念、基本原理以及基本方法的全面性、系统性以及高阶性理解与掌握。计算机专业学生急需对操作系统的结构设计理念、运行机制以及资源管理的算法进行系统性剖析。基于成果导向教育（OBE）理念，以学生为中心通过情景化案例设计来梳理操作系统基本概念、基本原理以及基本方法，形成知识体系归纳能力成果导向，并进行持续改进是开展操作系统课程改革的关键。

一、操作系统情景化案例教学理念

操作系统课程内容复杂、理论颇深、实践烦琐，因此这给计算机专业学生高效掌握该门课程带来了挑战。在课程学习过程中注重操作系统知识体系归纳能力培养，并站在“系统性”高度来理解这些多而杂、广而深的知识点，才能够把握操作系统相关理论的精髓。因此，培养操作系统体系框架思维以及提升系统性理解问题能力是培养计算机专业学生解决复杂工程问题能力的重要抓手。

（1）构建科学有效情景化案例，降低理论知识理解难度。设计情景化案例串联、归纳以及囊括操作系统理论知识点，融合通俗易懂的生活案例来降低理论知识理解难度。目的是从教材中抽取烦琐且零碎的知识点，并能够通过情景化案例来系统性梳理课程的重点与难点。

（2）提升课程逻辑归纳能力，助力培养操作系统体系框架思维。理解与掌握操作系统多而广，深且难的知识内容需要提升学生的课程逻辑归纳能力。课程逻辑归纳能力不仅可以帮助学生建立良好的逻辑思维习惯，而且在面对有难度、有深度的问题时能够找到解决问题的切入点，从而有助于学生体系框架思维的形成。

（3）坚持理论联系实际，培养解决复杂工程问题能力。情景化案例可以有效提升学生举一反三的能力，通过理论联系实际不仅能够体会理论知识背后的逻辑，而且能够拓展学生的计算机思维，逐步培养学生主动解决所面临困难的自主意识，从而在后续的工作学习中具备解决复杂工程问题能力。

二、操作系统情景化案例教学改革方案

针对《操作系统》课程中的基本概念、基本原理以及基本方法构建与设计情景化案例，降低理论知识理解难度、助力培养操作系统体系框架思维以及培养解决复杂工程问题能力。本文为“进程状态图”“信号量机制”等知识点分别构建了具体的情景化案例。形象描述了较难理解“活动就绪”VS.“静止就绪”、原子操作 wait（S）和 signal（S）、信号量 empty 和 full 值 + 生产者 - 消费者问题进程过程等理论内容和知识点。操作系统情景化案例教学的部分设计方案见表 1。

表 1 操作系统情景化案例设计举例

序号	知识点	情景化案例	说明
A	进程状态图	“比尔森烤肉美食汇用餐流程”情景化案例	形象描述较难理解的“活动就绪”VS.“静止就绪”
B	信号量机制	1. 两个原子操作“男生追女生过程”情景化案例	原子操作 wait（S）和 signal（S）
		2. 信号量 mutex 初始值设置“服务生倒酒”情景化案例	“使用杯子进程”+“倒酒进程”+“喝酒进程”
		3. 生产者 - 消费者问题	信号量 empty 和 full 值 + 生产者 - 消费者问题进程过程
C	调度方式	抢占式调度方式用于周期实时任务“多层旋转小火锅”情景化案例	有助于理解最早截止时间优先算法
D	分页存储管理方式	离散分配方式“曹冲称象”情景化案例	曹冲称象 + 连续与离散分配方式对比图

E	内存分配策略	固定分配局部置换“内存和磁盘置换食物”情景化案例	有助于理解固定分配局部置换算法
---	--------	--------------------------	-----------------

(一) 进程状态图“情景化案例”设计

进程状态图“情景化案例”通过以“比尔森烤肉美食汇用餐流程情景化案例”来理解进程状态图中什么是“创建状态”“就绪”“阻塞”“执行”以及“终止”状态。特别地,对于较难理解的“活动就绪”VS.“静止就绪”“活动阻塞”VS.“静止阻塞”,通过该情景化案例可以使学生产生更加深刻的体会。例如,当客人被许可进入餐厅就餐区时,那状态即为“活动就绪”;当客人遇到“麻烦”到达就餐等候区后,状态就变成了“静止就绪”;同理,客人从就餐区要去卫生间时,那么状态就是“活动阻塞”,如果卫生间没有位置那么只能先到卫生间等候区,那么状态就处于“静止阻塞”。进程状态图“比尔森烤肉美食汇用餐流程”情景化案例的具体过程见图1。

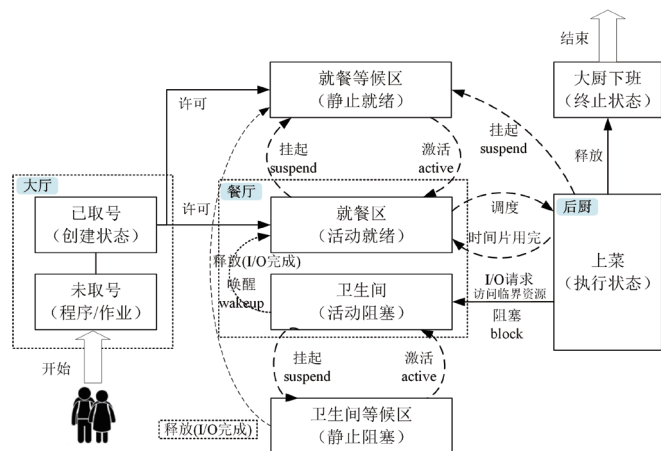


图1 进程状态图“比尔森烤肉美食汇用餐流程”情景化案例

(二) 信号量机制“情景化案例”设计

1. 两个原子操作“情景化案例”

Dijkstra把整型信号量定义为一个用于表示资源数目的整型量 S ,它与一般整型量不同,除初始化外,仅能通过两个标准的原子操作 $\text{wait}(S)$ 和 $\text{signal}(S)$ 来访问,分别称为P、V操作。信号量机制中两个原子操作“情景化案例”具体为:将信号量机制中的 $\text{wait}(S)$ 理解为“男生追求女生的过程”,将 $\text{signal}(S)$ 理解为“女生许可男生追求的过程”。通过这个案例,可以进一步理解信号量机制中的两个原子操作具体的含义。

2. 进程互斥和同步信号量初始值设置

利用信号量实现进程互斥:为使多个进程能互斥地访问某临界资源,只需为该资源设置一互斥信号量 mutex : S ,并设其初始值为1,然后将各进程访问该资源的临界区CS置于 $\text{wait}(S)$ 和 $\text{signal}(S)$ 操作之间即可。信号量 mutex : S 初始值设置“情景化案例”具体过程如下所示。

当 $S=1$ 时,理解为酒杯中有酒,这时“倒酒进程”和“喝酒

进程”两个进程通过“使用杯子进程”来竞争酒杯中的酒;当 $S=0$ 时,理解为需要服务生通过“倒酒进程”来给酒杯倒满酒后才能释放信息($\text{signal}(S)$),此时“喝酒进程”来申请($\text{wait}(S)$)喝酒。通过杯中是否有酒来表明信号量 S 的初始值在进程互斥和同步时所起到的作用,另外,通过“使用杯子进程”“倒酒进程”以及“喝酒进程”来形象串联起这三个进程的同步关系。

3. 生产者-消费者问题

假定在生产者和消费者之间的公用缓冲池中具有 n 个缓冲区;其中“计算进程”充当生产者,“打印进程”充当消费者。利用互斥信号量实现诸进程对缓冲池的互斥使用;利用信号量 empty 和 full 分别表示缓冲池中空缓冲区和满缓冲区的数量。又假定这些生产者和消费者相互等效,只要缓冲池未满,生产者便可将消息送入缓冲池;只要缓冲池未空,消费者便可从缓冲池中取走一个消息。通过“服务生倒酒”情景化案例可以将生产者-消费者问题中的信号量 empty 和 full 的初始值与生产者和消费者之间的同步过程建立联系,从而有利于理解生产者-消费者问题中的进程同步机制。

三、操作系统情景化案例教学改革成果

(一) 操作系统学生课程目标达成度

将操作系统情景化案例教学改革应用到江西理工大学21级计算机[1-7]班(2022-2023学年第2学期),实施一轮教学改革后我们进一步分析课程目标达成度情况,其中,选课人数为255人。首先,为操作系统课程设定了5个具体的课程目标,分别对应于“工程知识”“问题分析”“设计/开发解决方案”“使用现代工具”,以及“终身学习”五个毕业要求。针对每个目标设定相应的考核方式,包括作业、实验考核以及期末考核三种考核方式来评价21级计算机班所有学生的课程达成度情况。操作系统课程目标与考核方式具体见表2。

表2 操作系统课程目标与考核方式

序号	课程目标	所属毕业要求大类	考核方式		
			作业	实验考核	期末考核
1	课程目标1	毕业要求1: 工程知识	P		P
2	课程目标2	毕业要求2: 问题分析	P	P	P
3	课程目标3	毕业要求3: 设计/开发解决方案	P	P	P
4	课程目标4	毕业要求5: 使用现代工具	P	P	P
5	课程目标5	毕业要求12: 终身学习		P	P

为了计算操作系统各项课程目标达成度,我们需要确定目标达成度计算公式,该公式目的是衡量学生的各个考核环节的平均得分与目标总分之间的占比情况,如公式(2)所示,

达成度 = 考核平均得分 / 考核环节目标总分 (2)

当对江西理工大学 21 级计算机 [1-7] 班, 共计 255 人实施一轮操作系统情景化案例教学改革后, 对《操作系统》各项课程目标进行达成度评价, 达成度情况评价结果如表 3 所示。我们针对各项课程目标, 分别给出了评价依据、学生的目标总分、学生的平均得分, 以及最终的目标达成度。

表 3 操作系统各项课程目标达成度情况评价结果

课程目标	评价依据	目标总分	平均得分	达成度
课程目标 1	作业成绩	5.7	5.293	0.8478
	实验考核	12	9.710	
课程目标 2	作业成绩	5.7	5.198	0.8662
	实验考核	7.5	6.908	
	期末考核	12.5	10.173	
课程目标 3	作业成绩	5.7	5.258	0.7070
	实验考核	7.5	6.687	
	期末考核	16	8.720	
课程目标 4	作业成绩	2.9	2.546	0.7996
	实验考核	7.5	6.788	
	期末考核	5	3.006	
课程目标 5	实验考核	7.5	6.812	0.7285
	期末考核	4.5	1.935	

21 级操作系统课程目标 1-5 的达成度分别为 0.8478、0.8662、0.7070、0.7996 以及 0.7285。此外, 为了更加直观展示个体目标达成度情况, 我们通过绘制散点图可视化个体目标达成度分布, 具体如图 2 所示。该课程设定的目标评价值为 0.65, 从表 3 和图 2 可以看出, 21 级学生的操作系统所有课程目标达成度均达到预期效果。

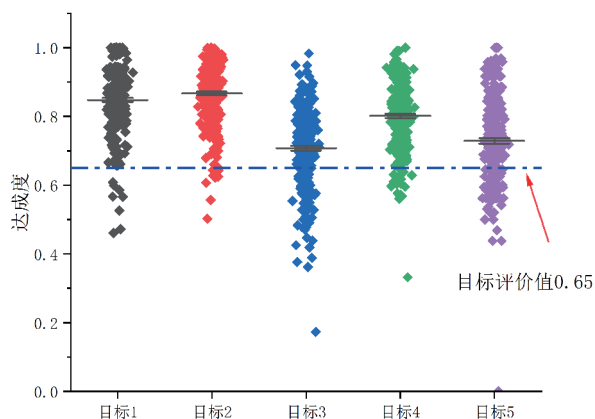


图 2 21 级操作系统学生课程目标达成度散点图

(二) 操作系统课程目标持续改进

尽管 21 级操作系统选课学生的所有课程目标达成度均达到预

期效果, 但是从表 3, 图 2 不难看出, 目前学生在课程目标 3 (对应毕业要求 3: 设计 / 开发解决方案) 与课程目标 5 (对应毕业要求 12: 终身学习) 两个毕业要求的目标达成方面还需提升与改进。

针对于课程目标 3, 操作系统情景化教学改革将加强情景化案例设计的广度与深度, 同时注重挖掘理论与实际的契合点, 做到形成梳理操作系统理论知识的点 - 线 - 面逻辑, 进一步结合通俗易懂的生活案例串联、归纳以及概括操作系统相关理论知识点。通过配合课程互动、实验环节以及作业强化练习等逐步提升学生的设计 / 开发解决方案能力。

针对于课程目标 5, 通过持续引导学生养成操作系统体系框架思维习惯以及培养解决复杂工程问题能力来渐进式挖掘学生自主学习兴趣, 帮助学生建立良好的逻辑思维习惯, 提升学生举一反三能力。此外, 通过加强创新性理论知识考核, 强化学生主动解决所面临困难的自主能力, 从而达到终身学习要求。

四、结语

操作系统课程情景化案例教学改革目的是针对《操作系统》基本概念、基本原理以及基本方法构建与设计情景化案例, 从而达到: (1) 通过构建科学有效情景化案例, 降低理论知识理解难度; (2) 不断提升课程逻辑归纳能力, 助力培养操作系统体系框架思维; (3) 持续坚持理论联系实际, 培养解决复杂工程问题能力。本文分别以“进程状态图”“信号量机制”、等知识点为例构建了具体的情景化案例。最后, 将操作系统情景化案例教学改革应用江西理工大学 21 级计算机 [1-7] 班 (2022-2023 学年第 2 学期), 通过课程目标达成度分析得出, 21 级学生的操作系统课程目标达成度均达到预期效果。后续, 该课程改革将持续提升学生的设计 / 开发解决方案与终身学习能力。

参考文献:

- [1] 龙军, 何畅, 赵冬冬. 基于 HarmonyOS 分布式数据服务的探究 [J]. 电脑知识与技术, 2023, 19 (19): 93-95.
- [2] 孙飞飞. 基于 HarmonyOS 的智能安防系统的应用设计与实现 [J]. 黑龙江科学, 2023, 14 (6): 142-144.
- [3] 刘珊珊. 全行业短缺, “中国芯”加速布局 [J]. 中国新闻周刊, 2022 (12): 1.
- [4] 张元, 杨晓文, 李玲, 等. 面向计算机系统能力培养的操作系统课程教学改革 [J]. 计算机教育, 2023 (8): 36-41.

本文系基金项目: 江西省高等学校教学改革研究省级立项课题 (重点项目) (项目编号: JXJG-22-7-4)

作者简介: 于祥春 (1989-), 男, 山东东平县人, 讲师, 博士, 研究方向为计算机视觉。

* 通信作者: 刘儒佳