

《操作系统原理》课程大纲

一、课程基本信息

课程名称	操作系统原理		(英文) Principles of Operating Systems		
课程类别	专必	课程编码	DCS216	开课单位	计算机学院(软件学院)
学分	4	授课学时	72	授课年级	大二
面向对象	计算机科学与技术				
主讲教师	陈鹏飞				
先选课程	计算机组成原理、高级语言程序设计、数据结构、编译原理(可选)、网络原理(可选)				
课程目的与教学基本要求	<p>·本课程的目的和任务:</p> <p> 指导学生全面地了解操作系统的功能、作用和模型等基本概念、基本问题和常用术语含义，阐述如何对计算机系统中的硬、软件资源进行管理，使计算机系统协调一致地、安全、可靠、有效地为用户服务，充分发挥资源的使用效率，提高计算机系统的服务质量。让学生掌握如何构建操作系统，并对操作系统产生兴趣，推动操作系统相关技术的发展。</p> <p>·基本要求:</p> <p> 通过该课程的学习，学生了解操作系统的功能和实现技术，了解操作系统的进化和技术发展过程和方向。理解操作系统的功能、基本问题和常用术语含义，掌握操作系统的功能的实现方法，培养分析操作系统代码和设计原型操作系统的能力。牢固掌握从资源管理、虚拟机和用户操作等多角度解析操作系统的功能和实现过程的能力。要求学生完成一系列原创的综合的操作系统设计实验项目等等综合训练，要求学生掌握操作系统设计方法和相关工具使用，培养学生的系统思维方法，锻炼学生的意志和品质，构建关键的专业核心能力。</p> <p>·课程思政方面:</p> <p> 教学中重视引导学生认识到操作系统是卡脖子的关键技术，让学生了解我国操作系统发展的历史过程、国产操作系统现状以及与国外先进操作系统之间的差别。</p>				

二、课程基本内容

(一) 教学进度表 (含学时分配，学时分配要落实到“章”或“节”，并对各章节的重点、难点内容、课程思政元素加以必要的说明)

序号	章节次序及名称	主要教学内容	所需学时	课程思政元素	重点/难点
1	第一章：计算系统概述及操作系统导论	本周 4 学时 内容简介：讲解计算系统概述、操作系统的功能与目标、发展过程各阶段的技术特点； 目标：掌握计算系统的结构，操作系统概念与功能； 学习内容包括： 1. 操作系统定义、目标和功能：介绍操作系统设计的多个目标及实现目标要具备的基本功能。	4	教学中重视引导学生认识到操作系统是卡脖子的关键技术，帮助学生理解国家相关政策的出发点和目的，鼓励学生积极刻苦学习，接受严格训练，掌握有用的技能，练就扎实的	全面理解操作系统的根本作用、战略性计算机软件产业生态构建的意义和面临的困难；

		<p>2.计算系统的组织结构：计算系统的计算、存储、I/O 的基本原理与架构；</p> <p>3.内核的数据结构：列表、栈、队列等</p> <p>4.操作系统的发展历史及代表性操作系统：按时间顺序从硬件、应用和用户作业特点等介绍计算机使用环境的变化，突出操作系统在其中的核心作用。</p>		本领，将来更好地参加国家建设工作、为国家担当使命。	
2	第二章：操作系统结构	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解操作系统的结构、系统调用、主要组件以及虚拟化、操作系统的应用与实现；</p> <p>目标：描述操作系统提供的服务；讨论各种结构的操作系统；解释操作系统如何安装以及客户化；</p> <p>学习内容包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.操作系统提供服务； 2.用户操作系统接口； 3.系统调用； 4.操作系统设计与实现； 5.虚拟机； 6.操作系统调试 	4	介绍我国操作系统的应用与发展，让学生了解操作系统在我国的发展过程	不同组织结构的操作系统特点；系统调用；
3	第三章：进程	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解进程概念、构成、调度和典型的通信机制；</p> <p>目标：认识进程的各个组成部分，介绍进程如何表示和调度；描述进程如何创建和终止，包括所涉及到的系统调用；掌握进程间通过共享内存和消息传递的方式通信；设计程序利用 POSIX 共享内存机制实现进程间通信；利用 socket 实现远程过程调用；设计内核模块与操作系统进行交互；</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.进程概念； 2.进程调度； 3.进程间通信； 4.进程间通信样例； 5.进程间远程通信； 	4	介绍我国国产操作系统例如华为鸿蒙、欧拉等	进程表示的数据结构组织方法和结合数据结构上的操作进行解释；进程间的通信；
4	第四章：线程及编程	<p>本周 4 学时</p> <p>内容：讲解线程概念、模型与表示、多线程技术、对称多处理体系结构的特点、多线程编程方法。</p> <p>目标：认识线程的组成结构；对比线程和进程之间的区别；区分内核线程和用户线程；了解多线程带来的好处；介绍不同的隐式线程</p>	4	国产操作系统与国外优秀操作系统之间的主要差距，包括技术层面和生态层面的差距；	如何指导学生理解各种线程技术的区别；线程的实现机制；

		<p>程机制；不同操作系统多线程实现方法；</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.线程概念； 2.线程的优势； 3.多核编程； 4.多线程模型； 5.线程库； 6.隐式线程； 7.线程的实现机制； 		
5	第五章：进程调度	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解 CPU 调度基本概念、典型算法、实时调度以及不同操作系统中的调度实现</p> <p>目标：描述各种类型的 CPU 调度算法；基于调度指标的 CPU 调度算法评估；多核、多处理器调度问题；实时调度方法；不同操作系统的调度机制；设计程序实现 CPU 调度算法</p> <p>难点：各类 CPU 调度算法、调度算法的评估方法；实时调度方法；CPU 调度方法的实现。</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.CPU 调度概念； 2.调度指标； 3.调度算法； 4.线程调度； 5.多处理器调度； 6.实时 CPU 调度； 7.不同操作系统的调度算法； 8.CPU 调度实现方法； 	4	<p>我国为操作系统研制做出突出贡献的专家学者；</p> <p>各类 CPU 调度算法、调度算法的评估方法；实时调度方法；CPU 调度方法的实现。</p>
6	第六章：同步	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解进程同步、互斥、信号量、临界区、管程及消息机制等高级的进程同步解决软件方案及经典 IPC 问题。</p> <p>目标：临界区和竞争条件；临界区问题的硬件解决方案；介绍互斥锁、信号量、管程和条件变量的使用方法；评价不同的解决方案；灵活使用信号量、互斥锁、管程等解决具体的问题；</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.竞争条件； 2.临界区 3.Peterson 算法； 4.硬件解决方案； 	4	<p>无</p> <p>多种硬/软件同步解决方案，信号量方案实现及应用，典型的同步问题案例；</p>

		5.互斥锁; 6.信号量; 7.管程; 8.解决方案评价方法; 9.典型的案例分析及解决方法;			
7	第七章：死锁原理及检测	本周 4 学时 内容简介：讲解死锁原理、预防、避免和检测、恢复等策略。 目标：介绍死锁如何产生；死锁发生的条件；基于资源分配图的死锁识别；死锁预防的方法；银行家算法；死锁检测的算法以及死锁恢复的评价方法； 难点：如何让学生理解现实操作系统中解决死锁的采用 学习内容： 1.死锁模型； 2.多线程程序中的死锁； 3.死锁的特征； 4.解决死锁的方法； 5.死锁预防； 6.死锁避免； 7.死锁检测； 8.死锁恢复； 9.死锁案例；	4	科学家精神，可结合具体科研人物介绍科学家应该具有的科学精神，立大志、做大事	如何让学生理解现实操作系统中解决死锁的采用
8	第七章：死锁场景	本周 4 学时 前 2 学时内容简介：讲解同步、死锁的典型场景分析以及解决方案。 目标：分析哲学家问题的实质，解释多种解决方案。 后 2 学时内容简介：讲解内存管理的要求、分区管理； 目标：分清楚物理内存和逻辑内存的区别；内存分区管理的分配算法；理解内部碎片和外部碎片； 主要内容： 1. 背景； 2. 连续内存分配	4	无	：如何利用互斥锁、信号量等解决具体问题
9	第八章：内存管理	本周 4 学时： 内容简介：讲解内存分页、分段，页表结构即不同 CPU 架构上的内存管理方法。 目标：说明分页方法的基本思想、技术方案和存在的主要问题，说明数据结构及地址转换过程；TLB 机制；了解多种分页机制；了解不同架构的地址转换方法；	4	无	如何让学生理解分页的地址映射过程和分段的逻辑地址空间结构对用户软件开发的影响；不同体系结构的内存管理

		<p>主要内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分页； 2. TLB； 3. 多种分页机制； 4. IA-32、X86_64、ARM 等架构上的地址转换方法； 		方法；
10	第九章：虚拟内存管理	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解硬件与控制结构，包括虚拟内存的基础条件、局部性原理、虚拟内存概念、虚拟分页、虚拟分段与虚拟段页式。</p> <p>目标：局部加载原理、虚拟分页的地址映射过程、多级分页硬件单元工作原理；按需分页；</p> <p>学习内容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 虚拟内存背景； 2. 虚拟内存的优势； 3. 按需分页； 4. Copy-on-write 机制 	4	无
11	第九章：虚拟内存管理	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解软件策略，工作集模型和各种置换算法、读入策略、放置策略、置换策略、驻留集管理等。</p> <p>重点：LRU 和 CLOCK 页置换算法。</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 页面置换策略； 2. 内存帧分配 3. 抖动； 4. 内存压缩； 5. 驻留集概念及置换算法； 6. 内核内存分配算法； 7. 典型操作系统虚拟内存管理机制； 	4	<p>华人计算机科学家孙贤和的事迹及贡献</p> <p>说明工作集如何反映程序局部性</p>
12	第十二章：大容量存储结构	<p>本周 4 学时：</p> <p>内容简介：讲解大规模存储结构，HDD/NVM 磁盘调度，存储管理方法；</p> <p>目标：各种二级存储的物理结构；设备结构；大规模存储的性能特征；I/O 调度算法；操作系统的存储服务包括 RAID；</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大规模存储系统概述； 2. HDD 调度； 3. NVM 调度； 4. 检错和纠错； 5. 存储设备管理； 6. 交换空间管理； 	4	<p>大国重器，简单介绍一下天河二号以及超级计算机在我国发展过程中的推动作用</p> <p>不同存储器的调度算法以及性能特征；</p>

		7. RAID 结构			
13	第十三章：I/O 系统	<p>本周 4 学时：</p> <p>内容简介：讲解 I/O 设备、功能与组织、操作系统设计问题、I/O 缓冲原理与方法。</p> <p>重点：I/O 控制方式和 I/O 缓冲。</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. I/O 设备 2. I/O 功能的组织 3. 操作系统设计问题 4. I/O 缓冲 5. I/O 管理 6. 性能分析 	4	无	I/O 与操作系统进化的关系、I/O 缓冲效率分析。
14	第十章：文件系统	<p>本周 4 学时</p> <p>内容简介：讲解文件系统接口、文件组织与访问、文件目录。</p> <p>目标：解释文件系统的功能；描述文件系统的内部结构；讨论文件系统的设计权衡；探索文件系统的保护机制。</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 文件概念； 2. 访问方法； 3. 目录结构； 4. 内存映射文件 5. 文件保护； 	4	无	文件系统的内部结构以及文件系统的设计特征。
15	第十一章：文件系统实现	<p>本周 4 学时：</p> <p>内容简介：讲解文件系统实现，文件及目录实现，磁盘管理，磁盘分配等</p> <p>目标：描述本地文件和目录系统的实现细节；讨论磁盘空闲块的分配算法；探索文件系统的效率和性能问题；文件系统的失效恢复；具体的文件系统；</p> <p>学习内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 文件系统结构； 2. 文件系统的操作； 3. 目录和实现； 4. 空闲空间管理； 5. 效率和性能； 6. 文件恢复； 7. 文件系统实例； 	4	无	文件系统的磁盘分配以及文件的失效恢复；
16	第十一章：典型文件系统	<p>本周 4 学时：</p> <p>内容简介：以 FAT 文件系统为例，讲解文件系统的内部结构以及实现细节；</p> <p>目标：文件系统的细节以及实现；探索系统启动以及文件共享；描述远程的文</p>	4	无	文件系统的实现细节；

		件系统（NFS） 学习内容 1.文件系统; 2.文件系统挂载; 3.文件分区和挂载; 4.文件共享; 5.虚拟文件系统; 6.远程文件系统; 7.文件一致性; 8.NFS;		
17	第十八章：嵌入式操作系统及虚拟化	本章 4 学时： 内容简介：讲解嵌入式操作系统以及虚拟化技术； 重点：介绍典型的嵌入式操作系统以及虚拟化技术和面向云计算操作系统； 学习内容： 1.虚拟化概述 2.虚拟化的优势； 3.虚拟化技术实现；	4	无 介绍典型的嵌入式操作系统以及虚拟化技术和面向云计算操作系统；
18	第十四及第十五章：系统保护与安全 课程答疑	本周四学时 前两个学时内容简介：介绍操作系统安全与防护技术； 学习内容： 1.操作系统安全； 2.系统网络风险； 3.加密和授权； 4.系统安全防御； 5.强制访问控制； 后两个学时：进行答疑以及内容回顾	4	无 介绍操作系统安全与防护技术；

（二）教学环节安排 （对各种教学环节的安排如：实验、实习、习题课、作业等以及本课程与其他相关课程的联系、分工等作必要说明）

本课程的教学特点是：理论教学与实验教学同步进行，通过参考国内外著名高校如 MIT、斯坦福、清华大学、北京大学等的教学和实验安排，运用原创的实验教学方法，完成精心设计的原型操作系统设计系列实验，促进学生深刻体会操作系统的相关概念和方法，掌握操作系统的设计方法和实现技术，课程要完成的系统核心能力培养训练难度和强度很高，夯实计算机组成原理、数据结构和 C 语言程序设计这几门先修课程的基础和综合运用能力，培养大型软件开发的管理能力。课程教学要求高，难度大，要达到教学要求，对各层次的学生都是较大的挑战。在理论课程中穿插现场系统演示，并让学生在课下完成相关的实验深入理解操作系统原理。

实验、实习另由独立安排实验课程。

（三）教学方法 （包括课堂讲授、提问研讨，课后习题和答疑等情况）

教学内容融合了多本著名教材的相关内容，使用 PPT 讲授，教学过程有清晰的逻辑线路按照操作系统的几个重要的组成模块讲解，采用多种启发式教学手段，充分结合典型原型案例分析，强调互动，关注学生状态，及时调整适应，帮助学生的理解和掌握关键的内容。同时在讲授理论课程的同时也会穿插实践，将抽象的知识具象化，让学生在动手过程中强化理论知识。

(四) 课程教材 (主讲教材尽量使用“马工程”和国家规划教材，在同类教材中，优先选用国家级规划教材，凡教材选用范围中有“马工程”重点教材的，必须选用工程重点教材。)

操作系统概念（原书第 9 版），原书名：Operating System Concepts 作者：Abraham Silberschatz、Peter Baer Galvin、Gerg Gagn，译者：郑扣根 / 唐杰 / 李善平，出版社：机械工业出版社 ISBN：9787111604365

(五) 主要参考书目

1. 现代操作系统：原理与实现（2020 年 10 月第 1 版），作者：陈海波、夏虞斌等，出版社：机械工业出版社；
2. Operating Systems: Three Easy Pieces，作者：Remzi H. Arpaci-Dusseau and Andrea C. Arpaci-Dusseau, 2018；
3. 操作系统：精髓与设计原理（第 8 版），作者：William Stallings，译者：陈向群 / 陈渝，电子工业出版社. 2020；
4. Modern Operating Systems (4th Edition)，作者：Andrew S. Tanenbaum / Herb

(六) 成绩评定方式

平时考勤，随堂提问书面解答 8~10 次，计入平时成绩 10%，采用提问点名的方式，如果 2 次点名不到，扣 5 分；四次点名不到，扣除所有的平时成绩；

完成实验项目，计入平时成绩 10%，主要根据项目的完成数量占要求的总的项目数量比例给出分数，完成所有的项目分数 10 分；

课后书面作业 20%，理论作业根据标准答案以及完成度给出成绩，编程类型的作业根据完成效果、报告质量评定分数，共分成 A、B、C、D 四档，分别对应 90~100, 80~90, 70~80 以及 60~70，如果未提交作业记 0 分；

期末考试占 60%，评分根据考题要求评定分数。