

第 1 讲：操作系统概述

第八节：OS 实验概述

向勇、陈渝

清华大学计算机系

xyong,yuchen@tsinghua.edu.cn

2020 年 2 月 14 日

- 设计思路

- 设计 ucore/rcore，覆盖操作系统的关键点，内容如下：
 - 外设：I/O 管理/中断管理
 - 内存：虚存管理/页表/缺页处理/页替换算法
 - CPU：进程管理/调度器算法
 - 并发：信号量实现和同步互斥应用
 - 存储：文件系统 + 磁盘驱动
- 完整代码量控制在 10000 行以内
- 提供实验讲义和源码分析文档

OS 实验内容

OS 实验内容

- 1 OS 启动/中断/异常
- 2 物理内存管理
- 3 虚拟内存管理
- 4 内核模式线程管理
- 5 用户模式进程管理
- 6 处理器调度
- 7 多处理与同步互斥
- 8 文件系统



图: OS 实验框架

Lab1: Bootloader/Interrupt/Debug

启动操作系统的 bootloader，了解操作系统启动前的状态和要做的事，了解运行操作系统的硬件支持，操作系统如何加载到内存中，理解两类中断-“外设中断”，“异常”等。

- 编译运行直接与硬件交互的系统程序
- 启动 bootloader 的过程
- 实现中断处理机制
- 输出字符的方法
- 调试系统程序的方法

Lab2: 物理内存管理

理解分页模式，了解操作系统如何管理连续空间的物理内存。

- 理解内存地址的转换和保护
- 实现页表的建立和使用方法
- 实现物理内存的管理方法
- 了解常用的减少碎片的方法

Lab3: 虚拟内存管理

了解页表机制和换出 (swap) 机制, 以及中断- “故障中断”、缺页故障处理等, 基于页的内存替换算法。

- 理解换页的软硬件协同机制
- 实现虚拟内存的 Page Fault 异常处理
- 实现页替换算法

Lab4: 内核模式线程管理

了解如果利用 CPU 来高效地完成各种工作的设计与实现基础，如何创建相对与用户进程更加简单的内核态线程，如何对内核线程进行动态管理等。

- 建立内核线程的关键信息
- 实现内核线程的管理方法

Lab5: 用户模式进程管理

了解用户态进程创建、执行、切换和结束的动态管理过程，了解在用户态通过系统调用得到内核态的内核服务的过程。

- 建立用户进程的关键信息
- 实现用户进程管理
- 分析进程和内存管理的关系
- 实现系统调用的处理过程

Lab6: 调度

理解操作系统的调度过程和调度算法。

- 熟悉系统调度器框架，以及内置的 Round-Robin 调度算法
- 基于调度器框架实现一个调度器算法

Lab7: 同步互斥

了解进程间如何进行信息交换和共享，并了解同步互斥的具体实现以及对系统性能的影响，研究死锁产生的原因，以及如何避免死锁。

- 熟悉同步互斥的实现机制
- 理解基本的 spinlock、semaphore、condition variable 的实现
- 实现基于各种同步机制的同步问题。

Lab8: 文件系统

了解文件系统的具体实现，与进程管理等关系，了解缓存对操作系统 IO 访问的性能改进，了解虚拟文件系统（VFS）、buffer cache 和 disk driver 之间的关系。

- 掌握基本的文件系统系统调用的实现方法
- 了解一个基于 inode 方式的 SFS 文件系统的设计与实现
- 了解文件系统抽象层-VFS 的设计与实现

OS 实验内容

labX

LabX：大实验

前提：已经完成基本实验

尝试完成一些有一定挑战性且有趣的 OS 实验。

- 重新设计 zircon 操作系统
- 在一个 OS(如 Linux) 实现一个 Hypervisor
- OS 直接支持运行被隔离的应用程序
- 支持动态更新的 OS
- 驱动程序运行在用户态的 OS
- 支持标签化 CPU 的 OS
- 一个可验证正确性的 OS
- 运行在抽象计算机上可动态调试的 OS

OS 实验内容

labX

选题方向	大实验题目
RISC-V	ucore on RISC-V
RISC-V	简易版 rcore 开发与教学文档编写 && rcore plus 开发
RISC-V	FPGA 上运行 RISC-V rCore 构建路由器
x86_64	对标 Biscuit OS 真实应用真实网卡及性能测试
x86_64	rCore 内核可加载模块和动态链接库
MIPS	第三届全国大学生系统能力培养大赛
Arm	Python (and more) on rCore on RPi
GUI	GUI
GUI	适配 mini GUI

OS 实验内容

labX

选题方向	大实验题目
驱动	IO 复用
rust	Audio support for rCore
内核语言	编译原理/操作系统综合实验
错误分析	在 ucore 获得稳定触发竞争条件的漏洞样本
行为分析	Program Analysis via Memory Access Patterns
微内核	调研 Fuchsia 的微内核，尝试 rcore 微内核的修改
内核可加载模块	rethink 用户/内核态
模拟器	操作系统中常用算法的性能分析及优化
教学实验设计	对简易版 rcore 的进一步维护和更新