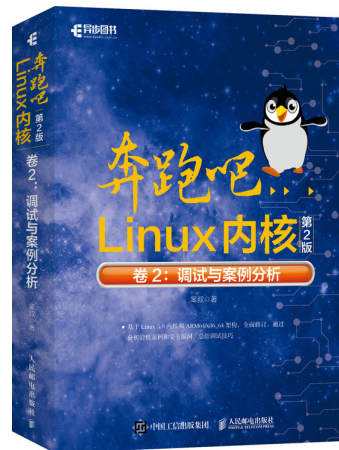
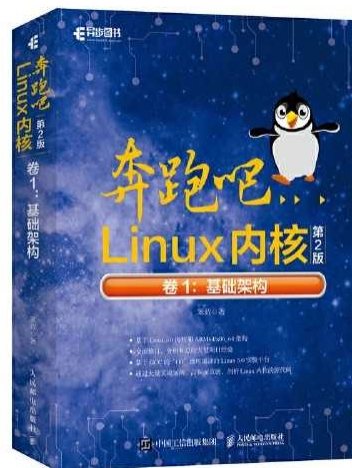
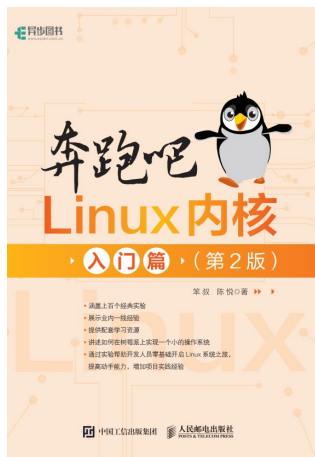


基于树莓派的Linux内核学习与实践

关于我

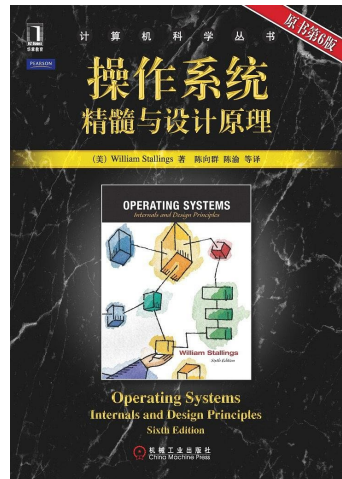
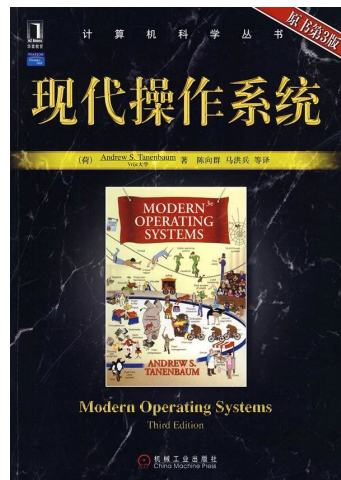
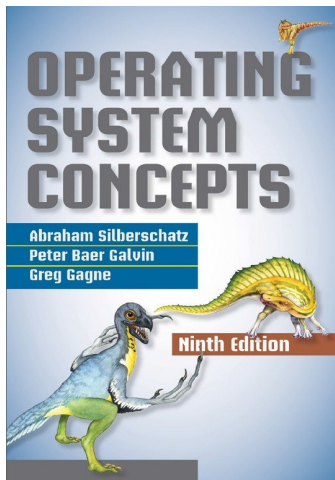
- 网名：笨叔
- 2021年出版《奔跑吧Linux内核》第二版



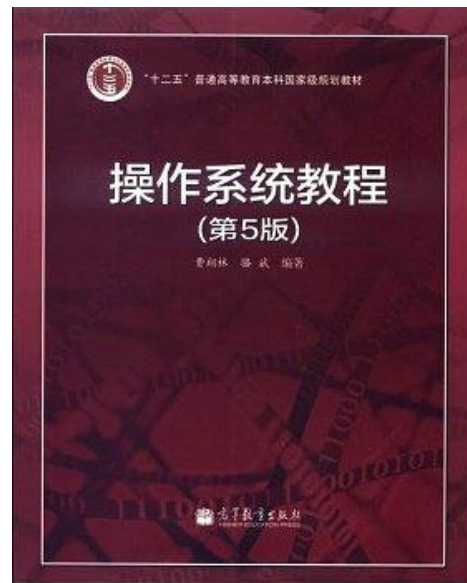
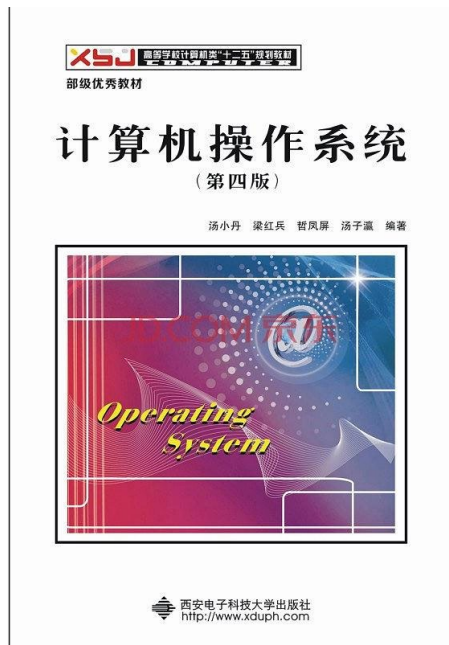
大学操作系统课程的特点

- 操作系统课程 就一个学期，学时：60~80学时
- 以理论传授为主，实验为辅
- 期末考试以考理论知识为主（考前一周突击一下）
- 实验：
 - ✓ 部分985高校以 MIT的xv6为实验素材
 - ✓ 部分高校以UNIX/Linux高级环境编程为实验
 - ✓ 模拟实验：例如模拟进程fork，模拟调度算法等
 - ✓ 以Linux内核为实验对象（linux 0.11或者最新的内核）
- 实验一般由助教或者实验老师带队

国外经典操作系统教材

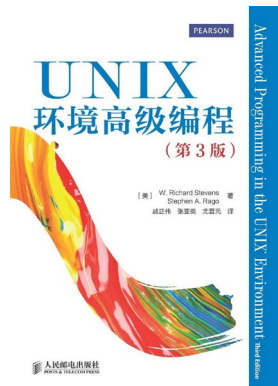
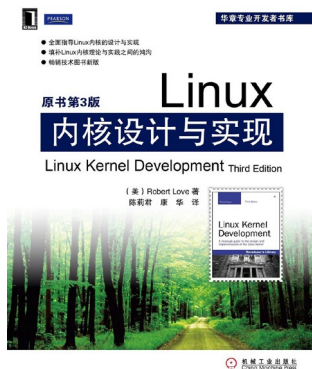


国内经典操作系统教材



本科Linux内核和应用编程课程（选修）

- 部分高校本科在操作系统课程之后有Linux内核和应用编程选修课程
- 以介绍Linux内核基本框架和基本概念为主要内容
- 介绍Linux应用编程接口



职场对操作系统程序员的要求

- 熟悉和了解操作系统基本概念
- 熟悉某一款处理器体系结构，例如指令集，cache管理，MMU, TLB等
- 熟悉主流操作系统（例如Linux内核）的核心模块，例如内存管理，进程管理，中断，锁机制等
- 熟悉掌握主流操作系统的调试方法，例如解决宕机问题等。
- 能快速开发产品中某个feature
- 快速解决产品中遇到的问题

职场和大学的gap

- 老板期望打造畅销的产品和服务好客户，赚的盆满钵满
 - ✓ 希望你能快速开发产品中某某feature，协助打造完美的产品
 - ✓ 快速fix大客户遇到的问题
 - ✓ 看中员工的实际动手能力：研发能力，解决问题能力，沟通能力等等
- 大学教学大纲：
 - ✓ 传授你操作系统的基本概念和理论知识，带你入门
- **老板的期望和大学的教学大纲之间存在 Gap。**

- 学生太多或者课时等原因，实验课 通常草草了事或者放任自流
- 有的同学 做实验 打酱油
- 总之，操作系统实验课训练强度不够

建议：提高动手实践能力

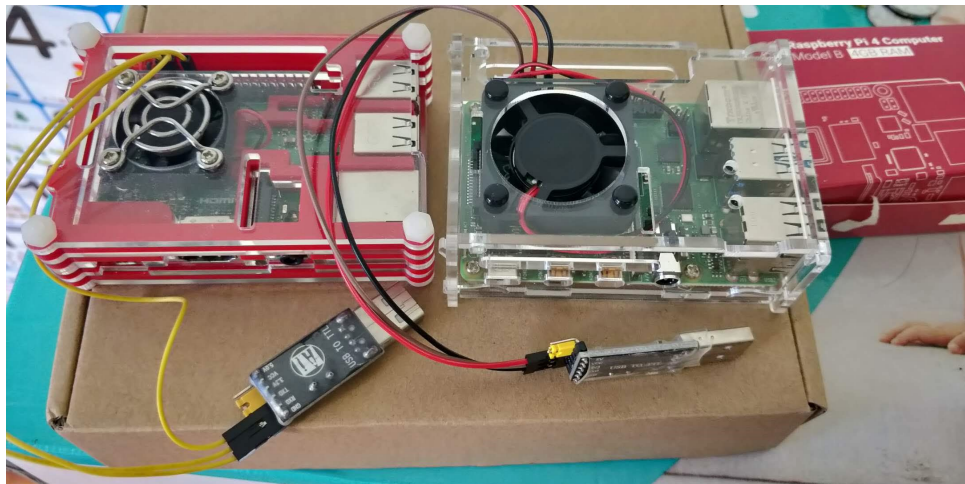
自己创造动手实践的机会

- 独自完成大学课堂里的操作系统实验
- 选择一款 便宜好用的开发板 来练习 （例如树莓派）
- 选择一个感觉有意思的小项目来自己练手 （例如动手写一个小os）

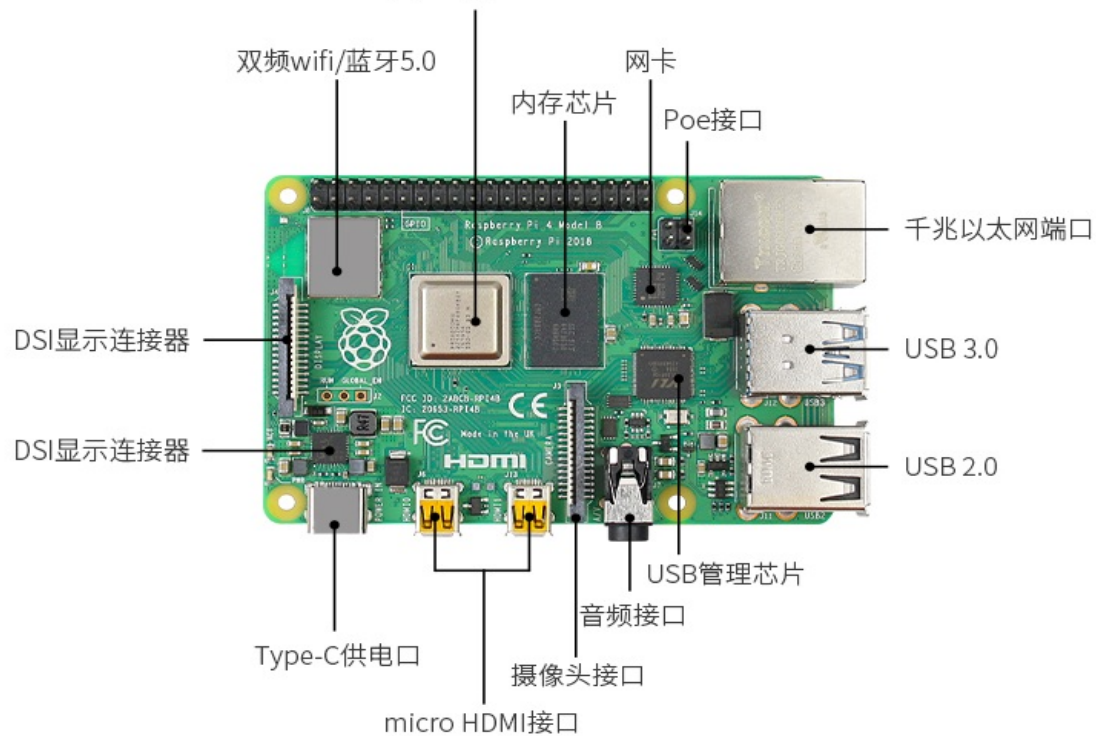
树莓派4b开发板

推荐理由:

- 便宜 (200~300百元)
- 功能强大 (可以跑Linux, AI应用等)
- 网上配套资料齐全
- 符合目前业界潮流, 基于最新ARMv8架构



Broadcom BCM2711
四核Cortex-A72(ARM v8)
64位SoC @ 1.5GHz



实验套件

J-Link_EDU



树莓派4B(内存2GB)



USB转串口模块



TF存储卡



TF卡USB读卡器



树莓派4B外壳



Type-C接口通用
USB3.1数据线



杜邦线



大家可以在网上自己淘

搭配JLINK EDU仿真器，实验更有趣



搭建实验环境也是一种乐趣，而且也不难，自己在家或者宿舍都能轻松搞定

Register group: general					
x0	0x3a8	936	x1	0x0	0
x2	0x0	0	x3	0x0	0
x4	0x80000	524288	x5	0x280c08014e238b0f	2885690262936587023
x6	0x0	0	x7	0x1880a006c6c2901	110349187805882625
x8	0x11454a90907c0410	1244482856797602832	x9	0x8070a031c21620	36152630350845472
x10	0x59455c0001	383415746561	x11	0x4499010012040867	4942983165829711975
x12	0x4091363806090000	4652559504297754624	x13	0x4941000f981c40e0	5278500305231429856
x14	0x12301d12358	1249865966424	x15	0x8200000005705160	9367487225021878624
x16	0x48bc69cf48748206	5241180405347156486	x17	0xc000051090247c	54043217281164412
x18	0x22010d1abec9b	598206562692251	x19	0x5999364000c3288	403515699333182088

```

src/boot.S
12      proc_hang:
13          b      proc_hang
14
15      master:
16          adr     x0, bss_begin
17      >  adr     x1, bss_end
18          sub     x1, x1, x0
19          bl      memzero
20
21          mov     sp, #LOW_MEMORY

```

remote Remote target In: master

```

(gdb) s
target halted in AArch64 state due to debug-request, current mode: EL2H
cpsr: 0x000003c9 pc: 0x200
MMU: disabled, D-Cache: disabled, I-Cache: disabled
target halted in AArch64 state due to debug-request, current mode: EL2H
cpsr: 0x000003c9 pc: 0x200
MMU: disabled, D-Cache: disabled, I-Cache: disabled
target halted in AArch64 state due to debug-request, current mode: EL2H
cpsr: 0x000003c9 pc: 0x200
MMU: disabled, D-Cache: disabled, I-Cache: disabled
(gdb)

```


在树莓派上做Linux内核相关的实验

➤ 外设驱动实验

➤ 内核相关的实验

第 5 章 内核模块 113

5.1 实验 5-1: 编写一个简单的内核模块 113

5.2 实验 5-2: 向内核模块传递参数 120

5.3 实验 5-3: 在模块之间导出符号 121

5.4 实验 5-4: 在 Ubuntu 系统中编译内核模块 (新增) 121

第 6 章 简单的字符设备驱动 124

6.1 实验 6-1: 从一个简单的字符设备开始 124

6.2 实验 6-2: 使用 misc 机制来创建设备 130

6.3 实验 6-3: 为虚拟设备编写驱动 133

6.4 实验 6-4: 使用 Kfifo 改进设备驱动 137

6.5 实验 6-5: 把虚拟设备驱动改成非阻塞模式 141

6.6 实验 6-6: 把虚拟设备驱动改成阻塞模式 144

6.7 实验 6-7: 向虚拟设备中添加 I/O 多路复用支持 150

6.8 实验 6-8: 为什么不能唤醒读写进程 156

6.9 实验 6-9: 向虚拟设备中添加异步通知 158

第 7 章 系统调用 170

7.1 实验 7-1: 在 ARMv6 机器上安装一个系统调用 170

在树莓派上实现一个小os

动手写一个小os，你将得到如下锻炼：

1. **有机会把 芯片手册翻烂**（一般 在校同学很少同学在校期间 能把 芯片手册翻烂）

陈怀临：**不懂CPU的Kernel工程师不是一个Kernel工程师**

2. 锻炼实际动手能力和 折腾能力
3. 理论知识和动手能力得到 升华
4. 提升实际项目能力，增加找工作的筹码

芯片手册

1. <ARM Architecture Reference Manual, ARMv8, for ARMv8-A architecture profile, v8.6>
2. <ARM_v8_architecture_Programmer Guide>
3. <Cortex-A72 MPCore Processor Technical Reference Manual>
4. <Using the GNU Compiler Collection, v9.3>
5. <Using as, The gnu Assembler, v2.34>
6. <Using ld, The gnu linker, v2.34>
7. 树莓派4b的芯片手册: <BCM2711 ARM Peripherals>

例子：在树莓派4b上实现一个BenOS

《奔跑吧Linux内核入门篇》第二版第16章

实验16-1： 输出“Welcome BenOS!”

➤ 实验目的

- ✓ 1) 了解和熟悉ARM64汇编。
- ✓ 2) 了解和熟悉如何使用QEMU和GDB调试裸机程序。

➤ 实验要求

- 1) 编写一个裸机程序并在QEMU模拟器中运行，输出“Welcome BenOS!”字符串。
- 2) 在树莓派上运行编译好的裸机程序。

实验16-2：切换异常等级

➤ 实验目的

- ✓ 1) 了解和熟悉ARM64汇编语言。
- ✓ 2) 了解和熟悉ARM64的异常等级。

➤ 实验要求

- 1) 在实验16-1的基础上输出当前的异常等级。
- 2) 在跳转到C语言之前切换异常等级到EL1。

实验16-3：实现简易的printk()函数

➤ 实验目的

- ✓ 1) 了解printk()函数的实现。

➤ 实验要求

- 1) 我们在实验16-1中实现了串口输出，本实验将实现printk()函数以格式化输出。

实验16-4：中断实验

➤ 实验目的

- ✓ 1) 了解和熟悉ARM64汇编语言。
- ✓ 2) 了解和熟悉ARM64的异常等级处理。
- ✓ 3) 了解和熟悉ARM64的中断处理流程。
- ✓ 4) 了解和熟悉树莓派中系统定时器（system timer）的用法。

➤ 实验要求

- 1) 在boot.s中实现对ARM64异常向量表的支持。
- 2) 将树莓派中的系统定时器作为中断源，编写中断处理程序，每当有定时器中断到来时输出“Timer interrupt occurred”。

实验16-5：进程创建实验

➤ 实验目的

- ✓ (1) 了解进程控制块的设计与实现。
- ✓ (2) 了解进程的创建/执行过程。

➤ 实验要求

实现fork函数以创建一个进程，该进程一直输出数字“12345”。

实验16-6：进程调度实验

➤ 实验目的

- ✓ 1) 了解进程的切换和基本调度过程。
- ✓ 2) 了解操作系统中常用的调度算法。

➤ 实验要求

1. 创建两个进程，进程1打印“12345”的数字，而进程2打印“abcd”的字母，两个进程在简单调度器的调度下交替运行。
2. 为了支持多种不同调度器，设计一个调度类，调度类实现如下方法。
 - * 选择下一个进程：pick_next_task
 - * 调度滴答：task_tick
 - * 创建进程：task_fork
 - * 加入就绪队列：enqueue_task
 - * 退出就绪队列：dequeue_task
3. 设计一个简单的基于优先级的调度器，可以参考Linux 0.11内核的调度器实现。

进阶实验

进阶挑战篇适合学有余力的读者，进阶篇包含12个实验。进阶挑战篇包含进程管理和内存管理的核心内容。由于进阶挑战篇已经超出本书的讨论范围，因此这里仅列出实验大纲。

实验16-7：让进程运行在用户态。

实验16-8：添加系统调用。

实验16-9：实现一个简单的物理内存页面分配器。

实验16-10：实现一个简单的小块内存分配器。

实验16-11：建立恒等映射页表。

实验16-12：实现简单的虚拟内存管理。

实验16-13：实现缺页异常机制。

实验16-14：实现panic功能和输出函数调用栈。

实验16-15：实现用户空间的内存分配函数。

实验16-16：写时复制功能的实现。

实验16-17：进程生命周期的管理。

高手完善实验

高手完善篇适合对操作系统有执着追求的读者，涉及存储设备、虚拟文件系统、ext2文件系统以及shell界面设计。高手完善篇一共有7个实验，有兴趣的读者可以自行完成。

实验16-18：信号量。

实验16-19：中断机制。

实验16-20：编写SD卡的驱动。

实验16-21：设计和实现虚拟文件系统层。

实验16-22：实现ext2文件系统。

实验16-23：实现execv系统调用。

实验16-24：实现简单的shell界面。

Thanks

操作系统课程实验

- 部分985高校的操作系统课程采用xv6作为实验素材 – 基于MIT 6.828课程
- 2019年的6.828课程 实验采用RISC-V的xv6
- <https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2019/index.html>

6.S081: Operating System Engineering

Schedule

Class▼

Labs▼

xv6▼

References

Piazza

Selection of Operating System

Available on [the 6.828 schedule](#).

UNIX

- [Youtube Unix intro](#)
- [The UNIX Time-Sharing System](#), Dennis M. Ritchie &
- [The Evolution of the Unix Time-sharing System](#), De
- [The C programming language \(second edition\)](#) by K

RISC-V Emulation

- [QEMU](#) - A fast and popular RISC-V platform and CPU emulator.
 - [User manual](#)

Materials

- Tools
- Lab Utilities
- Lab Shell
- Lab Allocator
- Lab Lazy allocation
- Lab Copy on-write
- Lab Uthread and alarm
- Lab Lock
- Lab File system
- Lab mmap
- Lab network driver

em Technical Journal 57, number 6, part 2 (Jul

Hall, Inc., 1988. ISBN 0-13-110362-8, 1998.

xv6实验优缺点

➤ 优点:

- ✓ 搭建了一个小os, 循序渐进地引导学生实现一些核心的功能
- ✓ 对体系结构 (比如RISC-V, X86) 会有深入理解
- ✓ 对操作系统基本原理和实现有更深入理解

➤ 缺点:

- ✓ 对初学者难度比较大, 比如cow实验
- ✓ 对操作系统不感兴趣的同学可以直接放弃了
- ✓ 有些学生从github直接拷贝和粘贴答案

xv6的不足

- 基于教学的小型os，类似Linux 0.11
- 离现在工业界使用的操作系统成熟度还差很远
- 离实际工业界需求有点远
- 不能立马学以致用，到企业之后还要重新学习

个人建议

- 对于学有余力或者对OS方向感兴趣的同学，独立完成xv6实验后，可以选择一个工业界主流的操作系统来研究：比如开源的Linux内核
- 对于没有采用xv6实验的高校，也可以直接采用Linux为实验对象

高级操作系统课程（某985高校研究生课程）

高级操作系统主要教学计划：（八周，每周4节课，32学时，2学分）

1. 操作系统相关理论，1周；
2. Linux操作系统内核结构、进程管理、存储管理、中断、系统调用、设备驱动，2周；
3. 虚拟化与容器，分布式系统，1周；
4. 第5到8周，学生分组做报告，主要涉及：Linux内核近2年新增模块/功能分析，嵌入式开源OS分析，操作系统前沿技术研究（针对OSDI、SOSP、FAST、USENIX Security等国际知名OS会议上的新技术动向开展研究）。

采用Linux作为实验对象的好处

➤ 优点:

- ✓ 学以致用，到企业里立马上手
- ✓ 学习最新最先进的操作系统理念和技术，比如EAS调度器，NUMA，异构计算等
- ✓ 学习开源编程规范、理念、文化

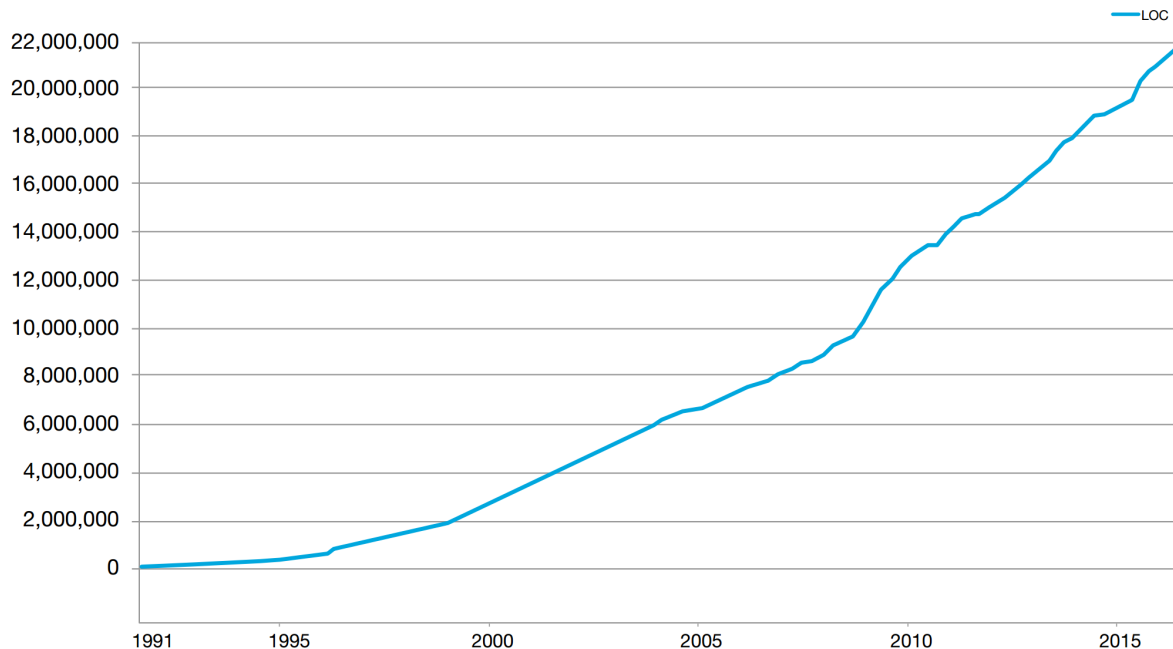
➤ 缺点:

- ✓ Linux内核代码太庞大，学习曲线骤增
- ✓ Linux内核更新太频繁
- ✓ **没有很好的入门教程和实验素材**

Linux内核行数的变化

- Linux内核从1991年的1w行代码发展到超过200w行代码

Total Lines of Code in the Linux Kernel



搭建一个开放的实验平台

- 基于QEMU + Linux 5.x
- 支持x86_64、ARM64、RISC-V等主流体系结构
- 基于busybox/小文件系统或者Debian Rootfs文件系统
- “OO”编译Linux内核
- Eclipse + GDB 图形化调试内核
- 100多个实验案例，部分实验案例源自实际项目
- Git仓库：<https://github.com/figozhang/runninglinuxkernel> 5.0
- 400多页实验指导手册免费下载
- 提供统一的实验平台：vmware/vbox镜像

下载奔2全套资料:

登陆“奔跑吧linux社区”微信公众号, 输入“奔跑吧2”获取下载地址。

百度网盘

网盘 分享 一刻相册 更多

点击延长我的SVIP特权

奔跑吧linux内核第二版 免费全套资...

2021-02-28 15:44 过期时间: 永久有效

返回上一级 | 全部文件 > 奔跑吧linux内核第二版 免费全套资料

<input type="checkbox"/>	文件名	大小	修改日期
<input type="checkbox"/>	芯片手册		2021-02-28 15:42
<input type="checkbox"/>	免费视频		2021-02-28 15:42
<input type="checkbox"/>	勘误		2021-03-24 16:13
<input type="checkbox"/>	奔跑吧第二版-进阶篇		2021-02-28 15:42
<input type="checkbox"/>	奔跑吧第二版 入门篇		2021-02-28 15:42
<input type="checkbox"/>	vmware镜像		2021-02-28 15:42
<input type="checkbox"/>	奔跑吧第二版配套资料说明.docx	82KB	2021-02-28 15:42

免费送的视频, 40多集, 欢迎订阅旗舰篇视频课程

卷1, 卷2, 入门篇的勘误

卷1和卷2配套的资源, 包括卷2配套的vmcore和卷1的EAS调度器等

入门篇配套的资源, 包括实验手册, 课件, 实验参考代码等

奔2配套的vmware/vbox虚拟机镜像

微信号: running_linuxkernel

下载方法:

登陆“奔跑吧linux社区”微信公众号, 输入“奔跑吧2”获取下载地址!

奔跑吧linux内核第二版 免费全套资...

🕒 2021-02-28 15:44 过期时间: 永久有效

[返回上一级](#) | [全部文件](#) > [奔跑吧linux内核第二版 免...](#) > [奔跑吧第二版 入门篇](#)

<input type="checkbox"/>	文件名	大小
<input type="checkbox"/>	实验指导手册	-
<input type="checkbox"/>	实验参考代码	-
<input type="checkbox"/>	入门篇免费视频	-
<input type="checkbox"/>	课件	-
<input type="checkbox"/>	插图下载	-
<input type="checkbox"/>	vmware虚拟机镜像	-
<input type="checkbox"/>	docker镜像	-

入门篇第二版实验指导手册pdf版本免费下载