

操作系统

Xia Tian

Renmin University of China

June 11, 2018



- 引言
- 操作系统的目标和作用
- 操作系统的发展过程 (历史)
- 操作系统的基本特征
- 操作系统的主要功能
- 操作系统的结构设计

计算机的心智



- 玩过游戏吗？程序在计算机上运行的全景是什么样子？
- 人有心智吗？计算机呢？

人造学科的特点



- 不精确、具有相对性，没有对错
- 从对人类活动的观察导出：栈、队列
- 依赖于人的主观判断力：主观能动性
- 通常符合人的直觉：如同步机制类似于人的恋爱过程



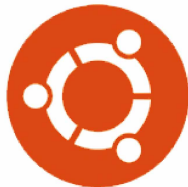
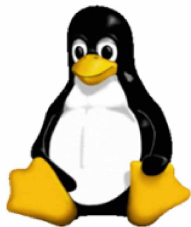
- 硬件：
 - * 计算机物理装置本身（处理器、内存等）
- 软件：
 - * 相对硬件而言，与数据处理系统的操作有关的计算机程序、规则以及相关的文档资料的总称。（简单的说是计算机执行的程序。）包括系统软件和应用软件等。
- 总线结构：
 - * 通过总线连接 CPU、内存、键盘、硬盘。。

软件分类



- 系统软件: 使用和管理计算机
 - * 操作系统
 - * 数据库管理系统
 - * 语言处理程序
 - * ...
- 应用软件: 解决各种实际问题
 - * 通用应用软件, 如文字处理软件、电子表格软件等
 - * 定制的应用软件

操作系统





- Microsoft (微软)
 - * 最重要的软件产品 (立家之本)
 - * 操作系统 (Windows)
- Apple
 - * iOS
- 主要 IT 软件厂商多有涉足:
 - * IBM, Oracle(Sun), Redhat, Google, Alibaba...
 - * AIX, Solaris, Android, FreeBSD, SuSE, Ubuntu...
- Virtual Machine
 - * VMware Workstation
 - * VirtualBox

为什么学习操作系统

- 智者的挑战
- 操作系统已经深入到我们生活中的方方面面
 - * 存在人们意识不到的大量“操作系统”

DT时代的OS

适用于任何智能产品，手机、穿戴、电视、汽车以及物联网产品



智能家居



智能穿戴



智能手机



互联网电视



互联网汽车



商业产品

- 优秀程序员必不可少的基础知识
 - * 加深对操作系统的理解，有利于深入编程；用户为了开发应用程序必须与操作系统打交道
 - * 编程时借鉴操作系统的设计思想和算法（比如插件开发、微内



为什么学习操作系统 (2)

- 理解操作系统原理是掌握某些知识的必备基础，如大数据、云计算、分布式、WebService...
- 操作系统中所用的许多概念和技巧可以推广应用到其他领域（如先来先服务、短作业优先…）
- 可以提高情商:)

What's the meaning?

```
meme-desktop: $ chmod 700 myfate  
Permission denied
```



操作系统涉及的领域

- 计算机体系结构/硬件
- 软件设计
- 程序设计语言
- 数据结构
- 算法
- 网络

学习核心技术并能在其他地方应用

操作系统是目前最复杂的软件系统

如何学好本课程



- 理论学习
- 实验、实习
- 源代码分析、参与 (Linux)
- 多读相关书籍



参考书目

- 汤子瀛等,《计算机操作系统》,西安电子科技大学
 - * 附带学习指导与题解
- 孙钟秀,《操作系统教程》第三版,高等教育出版社
- 操作系统精髓与设计原理
- Silberschatz,《操作系统概念》(中、英文)第六版,高等教育出版社



推荐阅读

- 深入理解计算机系统，机械工业出版社
- 操作系统之哲学原理
- 鸟哥的 Linux 私房菜
- 深入理解计算机系统

考核方式



- 考核形式:
 - * 闭卷 +A4 总结内容
- 问题交流:
 - * 课间
 - * 电子邮件
 - * 办公室 311/9:00AM—11:00AM, Monday



- 如果让你设计一个操作系统:
 - * 你想到的功能都有哪些? 请列举主要方面。
 - * 你觉得未来的操作系统会往哪些方面发展/你最期待的功能是什么?

1.1 操作系统的目标和作用





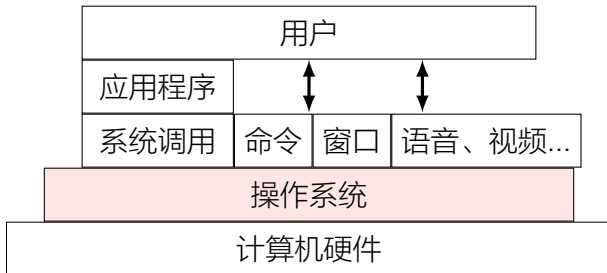
1.1.1 操作系统的目标

- 方便性
- 有效性
- 可扩展性
- 开放性



1.1.2 操作系统的作用

- (1) OS 作为用户与计算机硬件系统之间的接口
 - * 语音、视频接口
 - * 图形用户接口
 - * 命令接口
 - * 系统调用接口



iPhone X ditches Touch ID for Face ID¹



¹<https://venturebeat.com/2017/09/12/iphone-x-ditches-touch-id-for-face-id/>



1.1.2 操作系统的作用

- (2) OS 作为计算机系统资源的管理者
 - * 处理机管理，用于分配和控制处理机；
 - * 存储器管理，主要负责内存的分配与回收；
 - * I/O 设备管理，负责 I/O 设备的分配与操纵；
 - * 文件管理，负责文件的存取、共享和保护。



1.1.2 操作系统的作用

- (3) OS 用作扩充机器
 - * 通常把覆盖了软件的机器称为扩充机器（ Extended Machine ）或虚拟机（ Virtual Machine ）

操作系统：魔幻家与管理者



- 魔幻家
 - * 差的东西变好：不用直接与硬件指令打交道，如磁盘的控制管理
 - * 少得东西变多：虚拟内存
 - * 无中生有：如逻辑盘
- 管理者
 - * CPU 管理
 - * 内存管理
 - * 外存管理
 - * IO 管理



1.1.3 推动 OS 发展的主要动力

- 不断提高计算机资源利用率
- 方便用户
- 器件的不断更新换代
- 计算机体系结构的不断发展
- 操作系统的攻击与防范
 - * 病毒和木马在一定程度上促进了操作系统的发展
- 其他:
 - * 价格、可靠性等

硬件成本的不断下降举例

- IBM 制造的第一张硬盘 RAMAC 350(1956/9/4), 容量只有 5M, 重达一吨, 需要一家飞机来运。
- 硬件成本的下降使得操作系统可以变得更为复杂, 使操作系统从最初的几百行代码、几千行代码变为 4000 万行代码的复杂系统 (Windows XP), Linux 2.6.7 内核超过 1000 万行





1.2 操作系统的发展历程

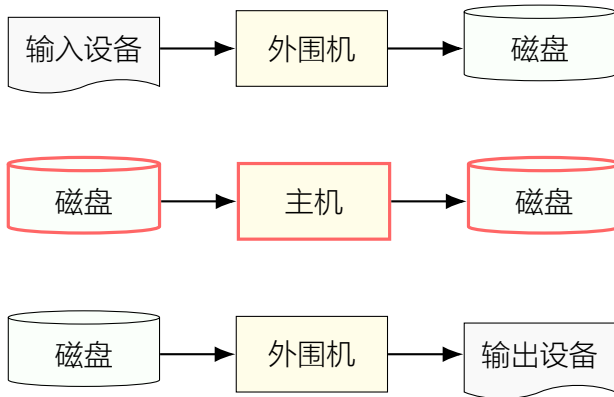
- 状态机操作系统（1940 年以前）
- 单一操作员单一控制终端（20 世纪 40 年代）
- 批处理操作系统
 - * UMES
- 多道批处理操作系统
 - * OS/360
- 分时系统
 - * Unix
- 实时操作系统
- 现代操作系统



1.2.1 第一代计算机（手工操作阶段）

- 1. 完全人工操作方式
 - * 缺点：
 - 用户独占全机
 - CPU 等待人工操作
- 2. 脱机输入/输出 (Off-Line I/O) 方式

脱机输入/输出示例



- 优点:

- * 减少了 CPU 的空闲时间。
- * 提高了 I/O 速度。

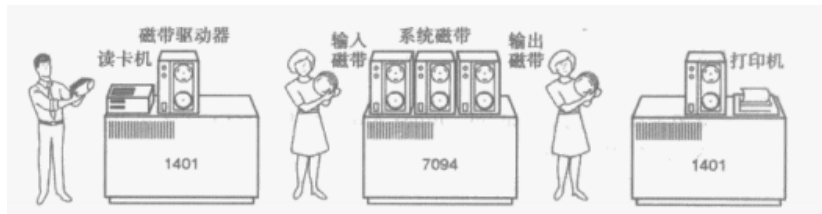


1.2.2 单道批处理系统

- 单道批处理系统 (Simple Batch Processing System) 的处理过程
- 单道程序运行情况
 - * 特征: (1) 自动性; (2) 顺序性; (3) 单道性



单道批处理系统示例



密歇根执行系统 UMES



- MAD/UMES

- ✧ R.M.Graham, Bruce Arden, Bernard Galler

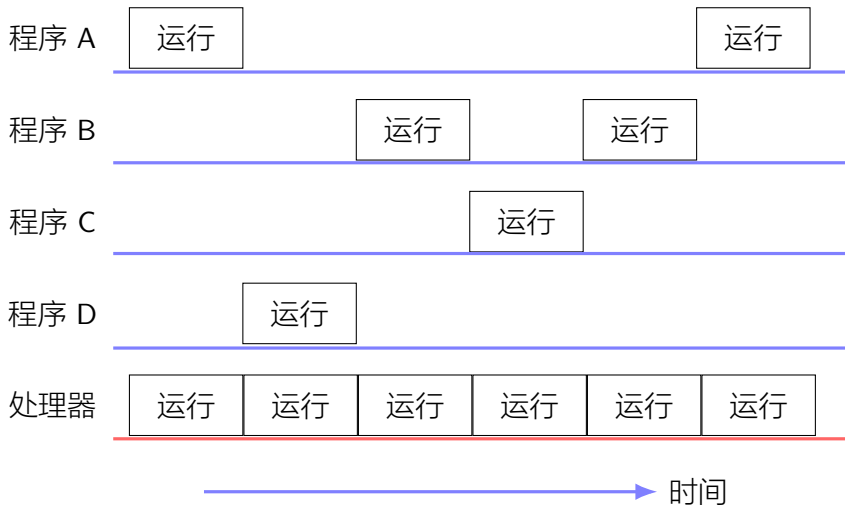
- ✧ 密歇根算法译码器/密歇根大学执行系统





1.2.3 多道批处理系统

- 多道批处理系统运行过程示例



多道批处理系统



- 特征
 - * 多道性
 - * 无序性
 - * 调度性

多道批处理系



- 优缺点
 - * 资源利用率高
 - * 系统吞吐量大
 - * 平均周转时间长
 - * 无交互能力

多道批处理系统



- 需要解决的问题
 - * 处理机管理问题
 - * 内存管理问题
 - * I/O 设备管理问题
 - * 文件管理问题
 - * 作业管理问题

代表 OS



- IBM OS/360
 - * 运行于 IBM System 360、370、4300
 - * 引入了内存的分段管理

操作系统的定义



一组控制和管理计算机硬件和软件资源、合理地各类作业进行调度、以及方便用户的程序的集合

操作系统的定义



- 说明

- * 操作系统是软件，是系统软件，是由一整套程序组成。
- * 基本职能：控制和管理系统内各种资源，有效地组织多道程序地运行
- * 提供众多服务，方便用户使用，扩充硬件功能。
- * 操作系统的地位：其他软件的支撑环境



1.2.4 分时系统

- 1. 分时系统 (Time-Sharing System) 的产生
 - * 用户的需求具体表现在以下几个方面:
 - * (1) 人一机交互
 - * (2) 共享主机
 - * (3) 便于用户上机



1.2.4 分时系统

- 2. 分时系统实现中的关键问题
 - * (1) 及时接收
 - * (2) 及时处理



1.2.4 分时系统

- 3. 分时系统的特征
 - * (1) 多路性。(宏观：多用户同时工作，共享系统资源；微观：用户作业轮流运行)
 - * (2) 独立性
 - * (3) 及时性
 - * (4) 交互性

代表性 OS



- Multics、Unix
 - * 密歇根的 R.M.Graham 主持，MIT、DEC、贝尔实验室
 - * 贝尔实验室 \Rightarrow 单干 \Rightarrow Unix \Rightarrow 图灵奖
 - * MIT \Rightarrow 应用于商用领域的分时系统 CTSS



1.2.5 实时系统

- 1. 应用需求
 - * (1) 实时控制
 - * (2) 实时信息需求



1.2.5 实时系统

- 2. 定义

- * 实时:

- 指对随机发生的外部事件做出及时的相应并对其进行处理。(所谓事件是指来自与计算机系统相连接的设备所提出的服务要求和采集数据)

- * 实时系统:

- 指系统能及时(或即时)响应外部事件的请求,在规定的时间内完成对该事件的处理,并控制所有实时任务协调一致地运行



1.2.5 实时系统

- 3. 实时任务
 - * 1) 按任务执行时是否呈现周期性来划分
 - (1) 周期性实时任务
 - (2) 非周期性实时任务
 - * 2) 根据对截止时间的要求来划分
 - (1) 硬实时任务 (hard real-time task)
 - (2) 软实时任务 (Soft real-time task)



1.2.5 实时系统

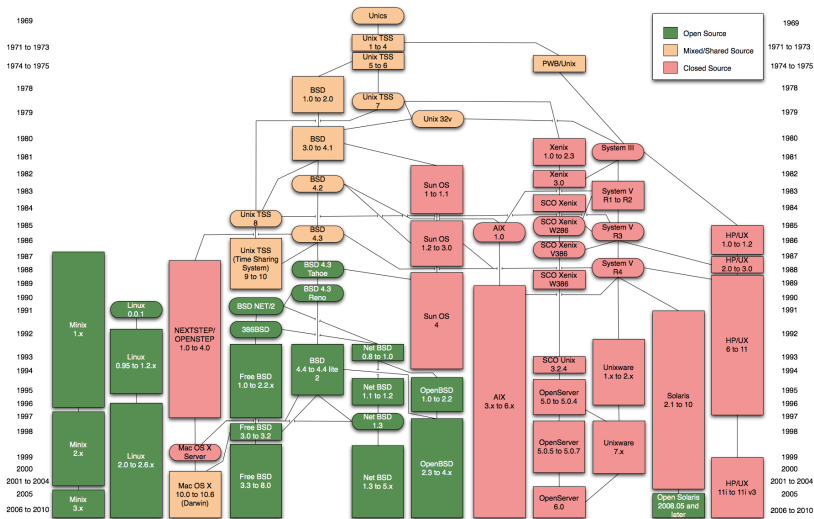
- 4. 实时系统与分时系统特征的比较
 - * (1) 多路性
 - * (2) 独立性
 - * (3) 及时性
 - * (4) 交互性
 - * (5) 可靠性

现代操作系统



- 受益于 80 年代后计算机工业的快速发展
- 价格下降使得个人有能力独享计算机
- 个人独享使得分时系统的某些功能不再需要，似乎又回到了早期的 SOSC 阶段的标准函数库方式
- 分时的需求
- 网络的需求

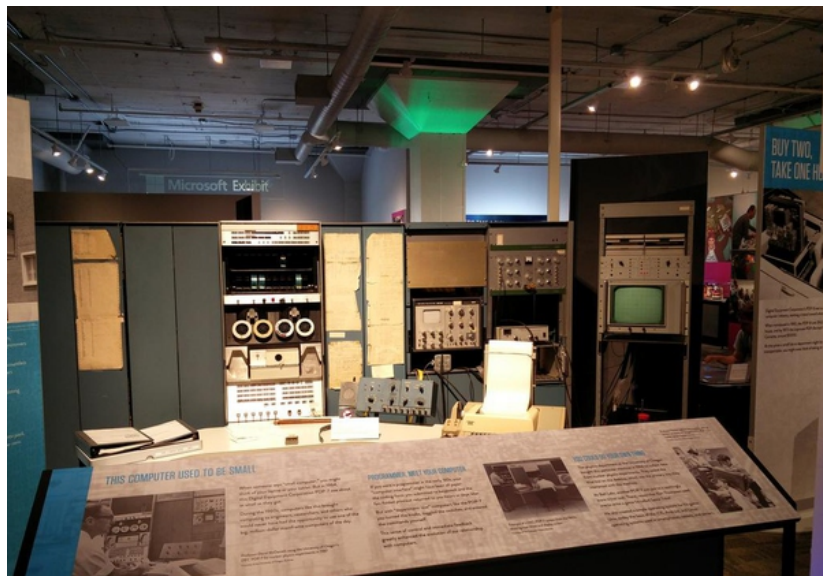
操作系统的演变



补充：计算机发展史



- 微型电脑就是一部缩小了的小型机²



控制台 tty



- 在类 Unix 里，键盘显示器，都是虚拟的 teletypewriter
- 真正的 teletypewriter 长这样



tar 命令解压缩

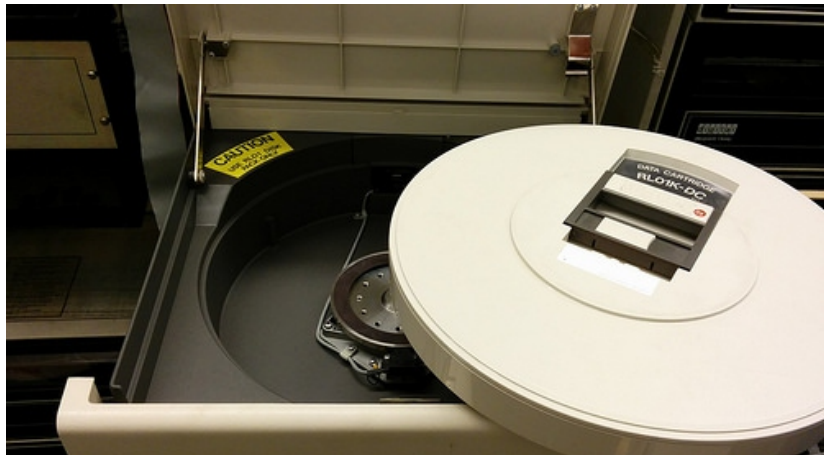


- 为什么解压缩往往会用到 `tar -zxvf`? 这个 `tar` 命令究竟是什么?
- 实物版的 `tar` 长这样, 叫 Tape Archive



为什么硬盘要 mount/umount

- 硬盘都是固定在电脑里的，mount 管什么用？这货叫 DEC Pack，就是数据库图标里的那个圆柱，要让这圆柱（硬盘）工作起来，先得把它放进硬盘驱动器，这个驱动器就叫/dev/hda（也可能是 hdb，看一共有几个 Hard Drive）。



结论



- 计算机的原理都是一样的，只是尺寸变小后这些部分看起来像是一体的。
- 课外阅读：带你逛西雅图活电脑博物馆



操作系统的“差不多”精神

- 与数学相比软件学科具有“差不多”特点
 - * 数学家与软件专家的故事
 - * 差不多：如“算法复杂度”

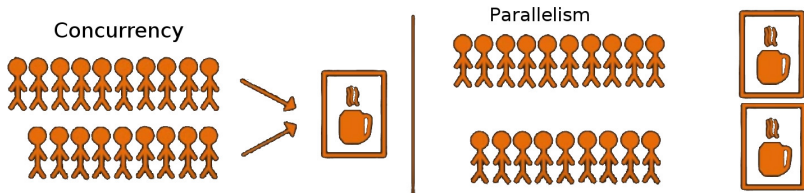


1.3 操作系统的四个基本特征

- 并发 (Concurrence)
- 共享 (Sharing)
- 虚拟 (Virtual)
- 异步性 (Asynchronism)

1.3.1 并发

- 并行性：
 - * 是指两个或多个事件在同一时刻发生；
- 并发性：
 - * 是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生。





1.3.2 共享

- 互斥共享方式
- 同时访问方式
- 例如:
 - * 三个程序在同一时间间隔内访问磁盘
 - * 多个程序在同一时间间隔内要求打印文本



1.3.3 虚拟

- “虚拟”：是指通过某种技术把一个物理实体变为若干个逻辑上的对应物。相应地，用于实现虚拟的技术，称为虚拟技术。



1.3.4 异步性

- 假设能同时双击两个大小相同的 Word 文档，你能断定哪一个先打开吗？
- 进程是以人们不可预知的速度向前推进，此即进程的异步性



1.4 操作系统的主要功能

● 1.4.1 处理机管理

- * (1) 进程控制
- * (2) 进程同步
 - 进程互斥方式：诸进程 (线程) 在对临界资源进行访问时，应采用互斥方式；
 - 进程同步方式：指在相互合作去完成共同任务的诸进程 (线程) 间，由同步机构对它们的执行次序加以协调。
- * (3) 进程通信
- * (4) 调度



1.4.2 存储器管理

- 1. 内存分配
 - * 分配方式:
 - 静态分配方式、动态分配方式
 - * 在内存分配的机制中应具有这样的结构和功能:
 - 内存分配数据结构
 - 内存分配功能
 - 内存回收功能



1.4.2 存储器管理

- 2. 内存保护
 - * 确保每道用户程序都只在自己的内存空间内运行，彼此互不干扰。



1.4.2 存储器管理

- 3. 地址映射
 - * “逻辑地址” 或 “相对地址”。
 - * “物理地址”



1.4.2 存储器管理

- 4. 内存扩充
 - * 借助于虚拟存储技术，从逻辑上去扩充内存容量
 - * 为了能在逻辑上扩充内存，系统必须具有内存扩充机制，用于实现下述各功能：
 - (1) 请求调入功能
 - (2) 置换功能



1.4.3 设备管理

- 缓冲管理
- 设备分配和设备处理
- 虚拟设备等功能。



1.4.4 文件管理

- 1. 文件存储空间的管理
 - * 相应的数据结构，存储空间的分配和回收功能。
 - * 通常是采用离散分配方式，以减少外存零头，并以盘块为基本分配单位。盘块的大小通常为 512 B 8 KB。
- 2. 目录管理
- 3. 文件的读写管理与保护



1.4.5 用户接口

- 1. 系统调用
- 2. 壳 (Shell)
 - * 命令, 如 Linux Shell, 可运行多个
 - * 图形, 如 Windows Explorer, 保持一个实例
- 示例演示



1.5 操作系统的结构设计

- 1. 无结构操作系统
- 2. 模块化 OS 结构
- 3. 分层式 OS 结构

微内核操作系统结构



- 1. 客户/服务器模式 (Client-Server Model)
- 2. 面向对象的程序设计技术 (Object-Orientated Programming)
- 3. 微内核技术
 - * 微内核所提供的功能，通常都是一些最基本的功能，如进程管理、存储器管理、进程间通信、低级 I/O 功能。



- 调查作业
 - * 操作系统对小米的影响 (第 1 次作业)
 - * Shell, Terminal 和 Console 的区别是什么? (第 2 次作业)

助教: 鲁国轩: rt_lgx@163.com

致谢



本讲义的内容来自于参考教材及互联网上的部分讲义和公开资料，包括但不限于：

计算机操作系统、深入理解计算机系统、操作系统精髓、操作系统之哲学原理、带你逛西雅图活电脑博物馆...

遗漏之处，请留言联系以便补充。