



操作系统

Operating System

2018 春季
清华大学计算机系

课程信息

主讲教师：	向勇、陈渝、陈康
助教：	沈游人 甄艳洁 朱俸民冀伟清 张蔚 ...

课程信息

Wiki	http://os.cs.tsinghua.edu.cn/oscourse/OS2018spring
学堂在线/网络学堂	http://www.xuetangx.com/courses/course-v1:TsinghuaX+30240243X_2015_T2+2015_T2/about http://learn.tsinghua.edu.cn
Piazza讨论区	https://piazza.com/tsinghua.edu.cn/spring2015/30240243x/home
微信	2018春-OS原理课
实验楼在线实验环境	https://www.shiyanlou.com/courses/221
腾讯云在线实验环境	ssh 学号@140.143.187.14

操作系统课是多门课程的综合

- 综合课程-结合许多不同的课程
 - ▣ 程序设计语言
 - ▣ 数据结构
 - ▣ 算法
 - ▣ 计算机组成原理/体系结构
- 材料
 - ▣ 操作系统概念和原理、源代码
- 技能
 - ▣ 操作系统的设计和实现

学习操作系统的目的

- 已有操作系统很好，我将来的工作不会写操作系统
 - ▣ Windows, Linux.
- 已有操作系统是否解决了所有的事？
- 为什么我要学习它？

写操作系统很酷！

掌握操作系统是一个挑战！

操作系统很有用！

我想了解操作系统到底是如何工作的？

我要参与系统软件开发

掌握OS的基本原理

掌握OS机制的实现技术

经历开发一个小型OS的主要阶段

加深对计算机系统的理解

会将所学知识灵活应用

操作系统软件的地位

■ 操作系统：计算机科学研究的基础之一

- ▣ 计算机系统的基本组成部分和核心支撑软件
- ▣ 贯穿程序语言、运行时系统、应用、体系结构
- ▣ 联系计算机科学和计算机系统的典范
- ▣ 操作系统的知识影响到专业人员的素质
- ▣ 大量专业工作与操作系统技术相关

哪里在做操作系统研究？

- 顶尖大学的计算机科学部门
- 计算机产业
 - ▣ 旧时：Xerox (PARC), IBM, DEC (SRC), Bell Labs
 - ▣ 现代：Microsoft, Google, Yahoo, IBM, HP, Sun, Intel, VMware, Amazon, ...
 - ▣ 国内：华为、阿里巴巴、腾讯 ...
- 学术研究协会
 - ▣ ACM SIGOPS Hall-of-Fame Awards
 - ▣ USENIX SOSP OSDI USENIX-ATC

<http://www.sigops.org/award-hof.html>

掌握操作系统具有挑战性（1）

- 操作系统很大
 - ▣ Windows Xp 有4500万行
- 操作系统管理并发
 - ▣ 并发导致有趣的编程挑战
- 操作系统代码管理原始硬件
 - ▣ 时间依赖行为, 非法行为, 硬件故障
- 操作系统代码必须是高效的, 低耗CPU、内存、磁盘的
- 操作系统出错, 就意味着机器出错
 - ▣ 操作系统必须比用户程序拥有更高的稳定性
- 操作系统是系统安全的基础

掌握操作系统具有挑战性（2）

- 操作系统并不仅仅关于并发性和琐碎的调度算法
- 并发性是一小部分
 - ▣ 内核里不存在管程和哲学家问题
 - ▣ 内核中的锁问题需要太多的背景知识
- 磁盘调度算法大多已被硬件实现
- 进程调度是个比较小话题

掌握操作系统具有挑战性（3）

- 操作系统是关于：
 - 权衡
 - ▣ 时间与空间
 - ▣ 性能与可预测性
 - ▣ 公平与性能（哪种设计能工作？为什么？）
 - 硬件
 - ▣ 如何让中断、异常、上下文切换真正有效？
 - ▣ TLB是如何工作的？这对页表又意味着什么？
 - ▣ 如果你不展示任何汇编代码，那么你就不是教操作系统的！

如何学习操作系统？

- “不闻不若闻之，闻之不若见之，见之不若知之，知之不若**行之**；学至于行之而止矣。”
--荀子《儒效篇》
- “天才是1%的灵感加上**99%**的汗水”
-- Thomas Edison
- “**最有趣**的三年级课程！”

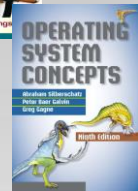


预备知识

- 计算机组成原理
- 程序设计
- 数据结构
- 编译原理

参考教材

- ▶ William Stallings, Operating Systems Internals and Design Principles, 5th - Current
- ▶ Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, Greg Gagne, Operating system concepts , 6th - Current
- ▶ Remzi H. Arpaci-Dusseau and Andrea C. Arpaci-Dusseau, Operating Systems: Three Easy Pieces, 0.61th - Current



成绩评定

■ 实验：20分

- ▣ 独立完成8个教学实验，并提交实验报告

■ 考试或课程设计：80分

- ▣ 期中考试：35分
- ▣ 期末考试：45分
- ▣ 有余力和兴趣的同学，可用课程设计替代考试

总成绩加权方法：上述各项成绩的总和会做一次调整，基本原则是，各分数段保持一定的比例，可能的参考比例为A+/A/A-占25%、B+/B/B-占45%、C+/C/C-占20%和D+/D/F占10%。

<http://os.cs.tsinghua.edu.cn/oscourse/OS2018spring/log>

教学内容

- 操作系统结构
- 中断及系统调用
- 内存管理
- 进程及线程
- 处理机调度
- 同步互斥
- 文件系统
- I/O子系统

练习与实验内容

- 操作系统实验
 - ▣ 实验0: 实验环境准备
 - ▣ 实验1: 系统启动及中断
 - ▣ 实验2: 物理内存管理
 - ▣ 实验3: 虚拟内存管理
 - ▣ 实验4: 内核线程管理
 - ▣ 实验5: 用户进程管理
 - ▣ 实验6: CPU调度
 - ▣ 实验7: 同步与互斥
 - ▣ 实验8: 文件系统
- 操作系统练习
 - ▣ 课堂练习

课程设计

- ucore on RISC-V CPU, etc.





操作系统

Operating System

OS概述

定义 位置 特征 分类 概念

操作系统定义

- 没有公认的精确定义
- 操作系统是一个控制程序
 - ▣ 一个系统软件
 - ▣ 控制程序执行过程，防止错误和计算机的不当使用
 - ▣ 执行用户程序，给用户程序提供各种服务
 - ▣ 方便用户使用计算机系统

操作系统定义

- 没有公认的精确定义
- 操作系统是一个控制程序
 - ▣ 一个系统软件
 - ▣ 控制程序执行过程，防止错误和计算机的不当使用
 - ▣ 执行用户程序，给用户程序提供各种服务
 - ▣ 方便用户使用计算机系统
- 操作系统是一个资源管理器
 - ▣ 应用程序与硬件之间的中间层
 - ▣ 管理各种计算机软硬件资源
 - ▣ 提供访问计算机软硬件资源的高效手段
 - ▣ 解决资源访问冲突，确保资源公平使用

操作系统的位置



承上启下

操作系统软件的分類



- **Shell** -- 命令行接口
- **GUI** -- 图形用户接口
- **Kernel**--操作系统的内部

ucore教学操作系统内核



操作系统内核的特征

- 并发
- 共享
- 虚拟
- 异步

操作系统内核的特征

- 并发

- ▣ 计算机系统中同时存在多个运行的程序，需要OS管理和调度

- 共享

- 虚拟

- 异步

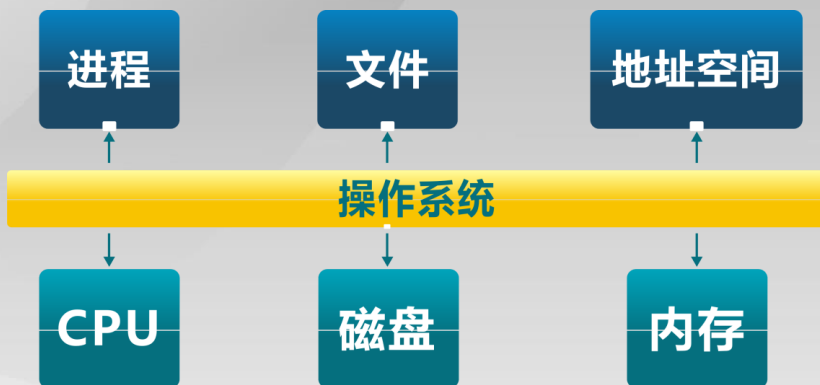
操作系统内核的特征

- 并发
- 共享
 - ▣ “同时”访问
 - ▣ 互斥共享
- 虚拟
- 异步

操作系统内核的特征

- 并发
- 共享
- 虚拟
 - ▣ 利用多道程序设计技术，让每个用户都觉得有一个计算机专门为他服务
- 异步

操作系统内核的核心概念



抽象/虚拟化能力

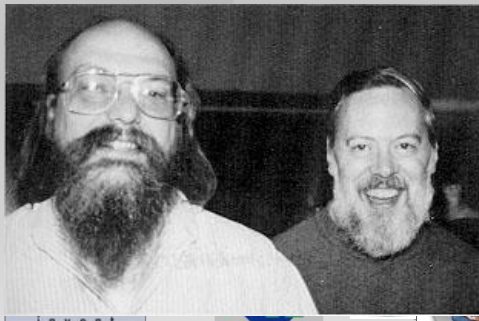


操作系统
Operating System

OS家族

UNIX Linux Windows

UNIX家族

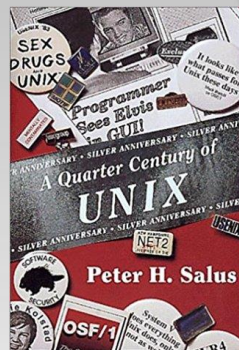


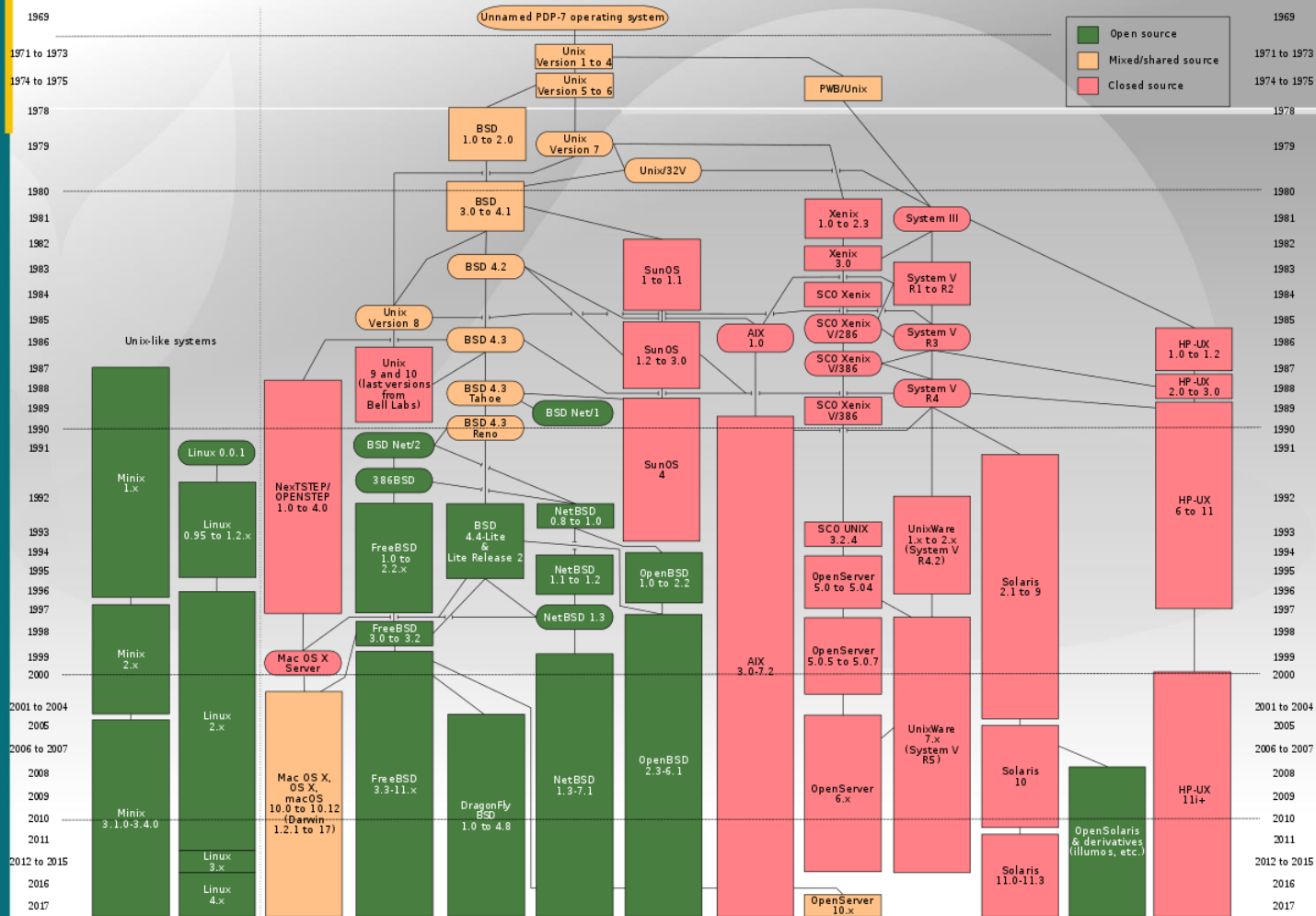
invent

UNIX BSD

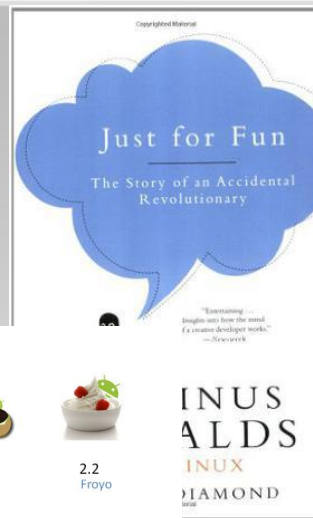
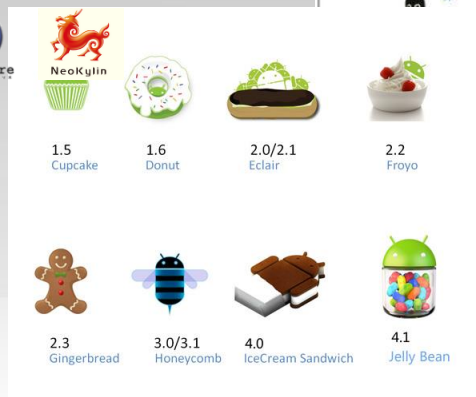


iOS 6



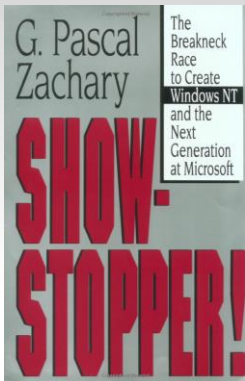


Linux家族



Windows家族

微软从DEC聘请 Dave Cutler 做Windows NT主要设计师

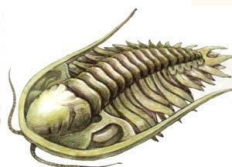




操作系统

Operating System

OS历史



操作系统为什么改变

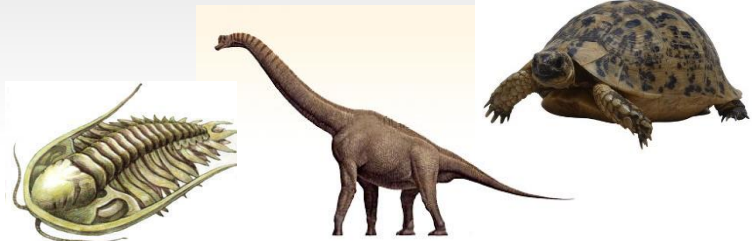
- 主要功能：硬件抽象和协调管理
- 原则：设计随着各种相关技术的改变而做出一定的改变
- 在过去二十年底层技术有极大的改变 !!

■ 从1981到 2012计算机系统的对比

Vital statistic	1981 IBM personal computer	2001 Dell OptiPlex GX150	2012 Dell XPS 8300
Price	\$3045	\$1447	\$1090
CPU	4.77-MHz 8088	933-MHz Pentium III	3.4GHz Intel Core i7-2600
MIPS	0.33-1MIPS	1.354 MIPS at 500 MHz	76.383 MIPS at 3.2 GHz
RAM	64KB	128MB	8GB DDR3 SDRAM at 1333MHz
Storage	160KB floppy drive	20GB hard drive, CD-RW and 144MB floppy drives	1TB-7200RPM, SATA 3.0Gb/s

操作系统历史

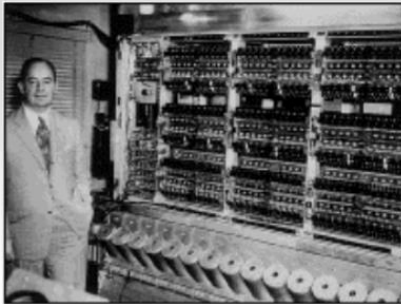
- 单用户系统
- 批处理系统
- 多道程序系统
- 分时
- 个人计算机：每个用户一个系统
- 分布式计算：每个用户多个系统



单用户系统 ('45-'55)

- 操作系统=装载器+通用子程序库
- 问题：昂贵组件的低利用率

$$\frac{\text{执行时间}}{\text{执行时间} + \text{读卡时间}} = \% \text{利用率}$$

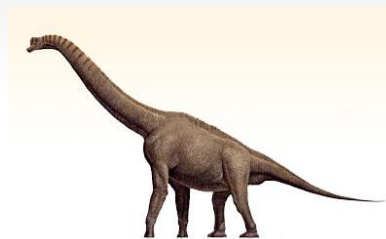


批处理 ('55-'65)

■ 顺序执行与批处理

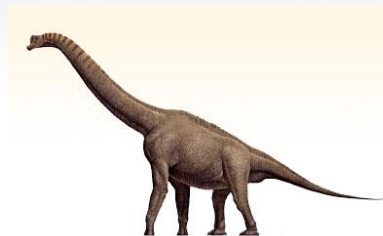
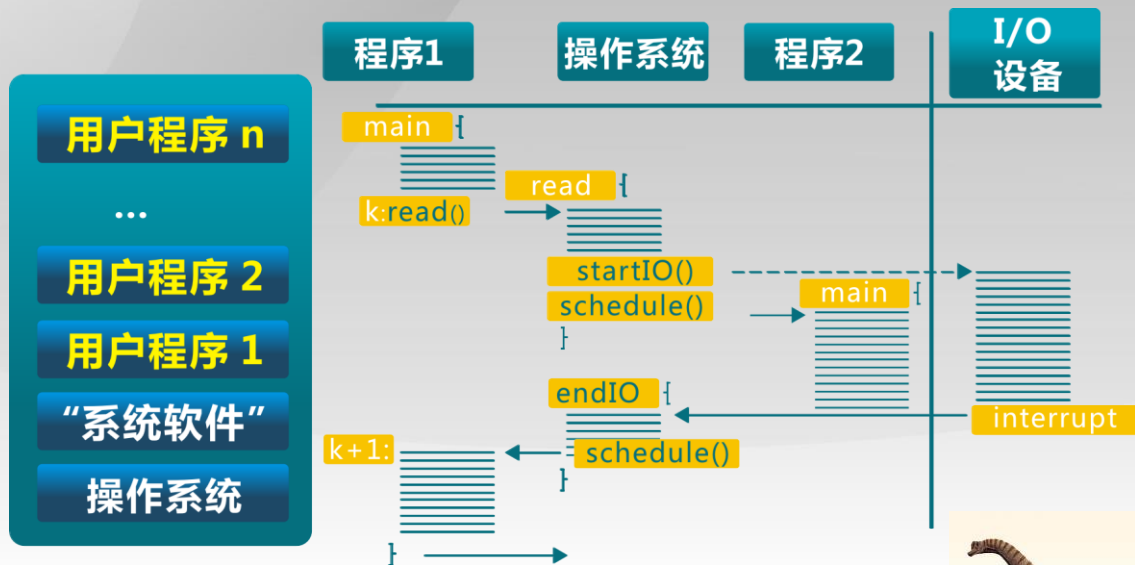
	读job1	job2	job3	
CPU:	执行	job1	job2	job3
打印:		打印job1	job2	job3

读卡器:	读Batch1	Batch2	Batch3	
CPU:	执行	Batch1	Batch2	Batch3
打印:		打印Batch1	Batch2	Batch3



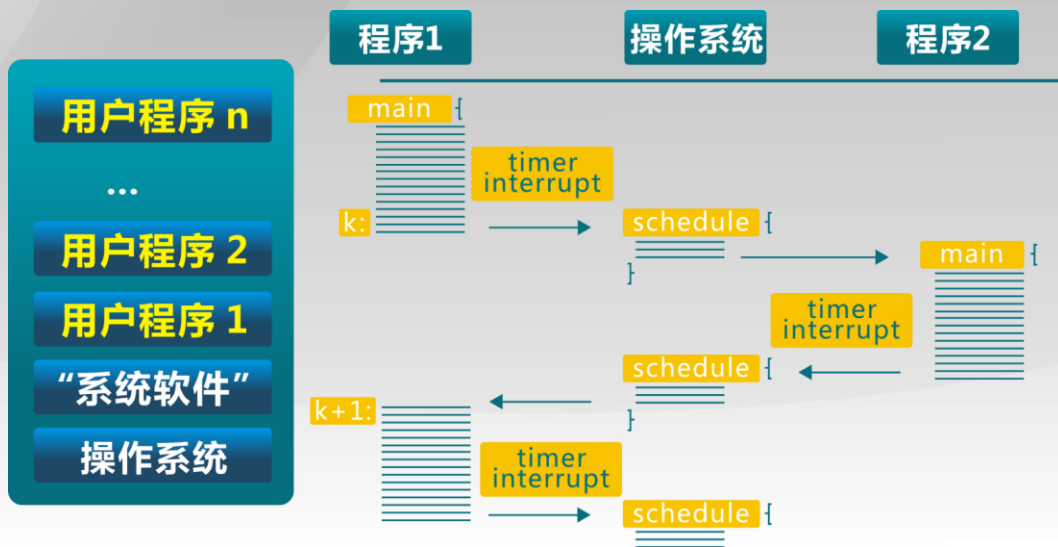
多道程序 ('65-'80)

- 保持多个工作在内存中并且在各工作间复用CPU



分时 ('70-)

■ 定时中断用于工作对CPU的复用



个人电脑/移动终端操作系统

■ 个人电脑/移动终端系统

- ▶ 单用户
- ▶ 利用率已不再是关注点
- ▶ 重点是用户界面和多媒体功能
- ▶ 很多老的服务和功能不存在

■ 演变

- ▶ 最初: 操作系统作为一个简单的服务提供者 (简单库)
- ▶ 现在: 支持协调和沟通的多应用系统
- ▶ 越来越多的安全问题 (如, 电子商务、医疗记录)

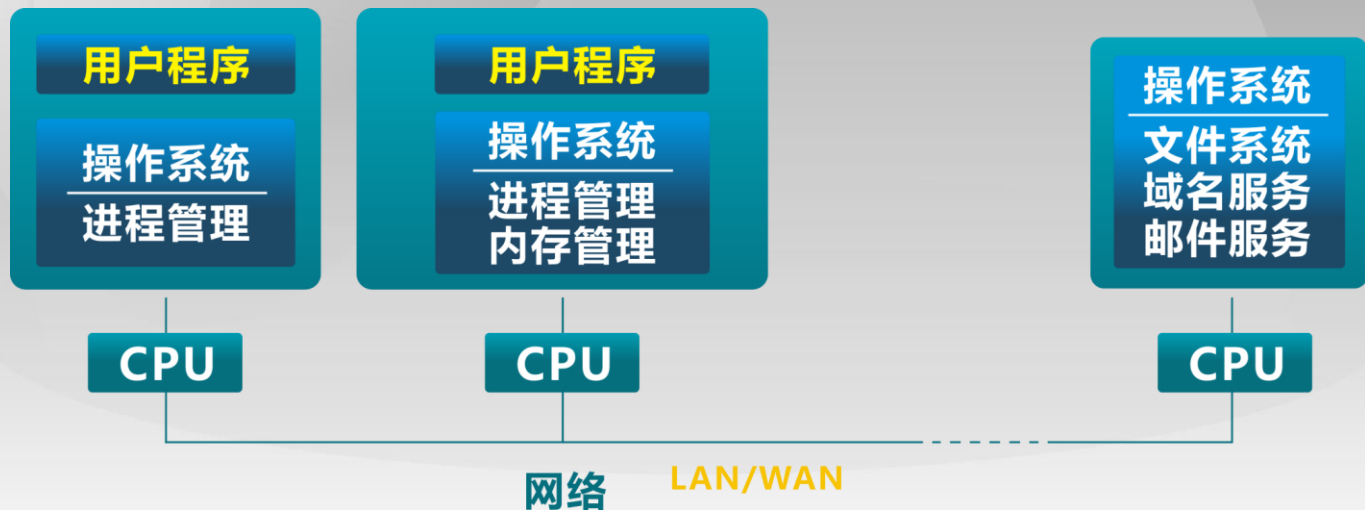


分布式操作系统

- 网络支持成为一个重要的功能
- 通常支持分布式服务
 - ▣ 跨多系统的数据共享和协调
- 可能使用多个处理器
 - ▣ 松、紧耦合系统
- 高可用性与可靠性的要求



分布式操作系统



操作系统演变中的计算机系统

Future OS
↑
iOS/Android,...
↑
Windows/Linux/BSD,...

AIX/HP-UX



主机型计算(Mainframe computing)

Internet服务

网络计算(Internet computing)

个人机计算(Personal computing)



普适计算(Pervasive computing),
移动计算, 云计算, 大数据处理, 许多
联网设备为许多人提供个性化的服务





操作系统
Operating System

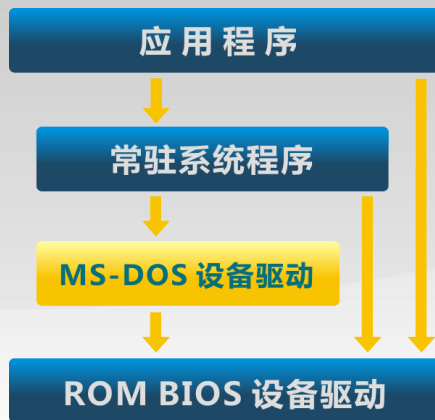
OS结构

简单 分层 单体/宏/微/外 核

简单结构

macro/uni kernel

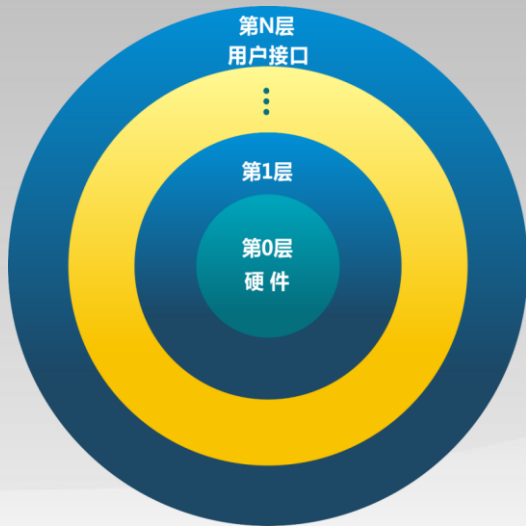
- MS-DOS – 在最小的空间，设计用于提供大部分功能 (1981~1994)
 - ▶ 没有拆分为模块
 - ▶ 虽然 MS-DOS 在接口和功能水平没有很好地分离，主要用汇编编写



分层结构

macro/uni kernel

- 将操作系统分为多层 (levels)
 - ▣ 每层建立在低层之上
 - ▣ 最底层(layer 0), 是硬件
 - ▣ 最高层(layer N) 是用户界面
- 每一层仅使用更低一层的功能 (操作) 和服务。



UNIX操作系统与C语言 macro/uni kernel

- 1972由 Kenneth Thompson和Dennis Ritchie在贝尔实验室设计.
- 设计用于 UNIX 操作系统的编码例程.
- “高级”系统编程语言创建可移植操作系统的概念



K. Thompson and D. Ritchie

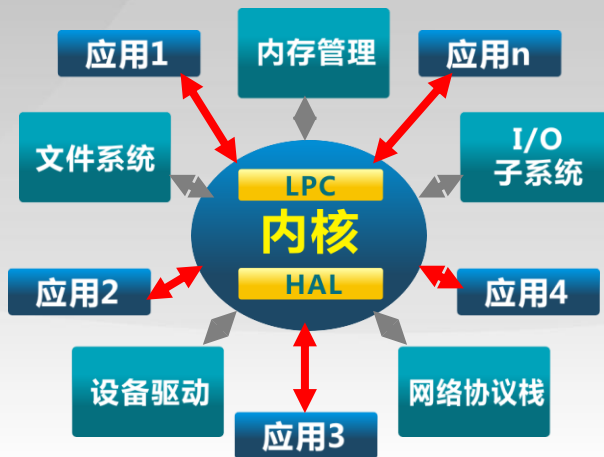
uCore操作系统结构

macro/uni kernel



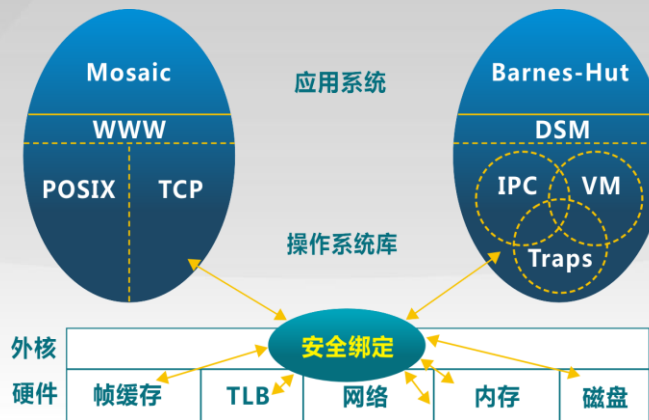
微内核结构 (Microkernel)

- 尽可能把内核功能移到用户空间
- 用户模块间的通信使用消息传递
- 好处: 灵活/安全...
- 缺点: 性能



外核结构 (Exokernel)

- 让内核分配机器的物理资源给多个应用程序, 并让每个程序决定如何处理这些资源.
- 程序能链接到操作系统库(libOS) 实现了操作系统抽象
- 保护与控制分离



VMM (虚拟机管理器)



- 虚拟机管理器将单独的机器接口转换成很多的虚拟机，每个虚拟机都是一个原始计算机系统的有效副本，并能完成所有的处理器指令。

VMM (虚拟机管理器)



无虚拟机：单操作系统拥有所有硬件资源
有虚拟机：操作系统共享硬件资源

小结

- 操作系统很有趣，可以管理和控制整个计算机！
但...
- 它是不完备的
 - ▶ Bug、性能异常、功能缺失，有很多的挑战和机遇。
- 它是庞大的
 - ▶ 有许多概念、原理和代码需要了解。
- 我们能做到！
 - ▶ ... 至少靠你自己的恒心和投入，完全可以在一个学期理解OS的原理和ucore OS的实现。