

操作系统原理

PRINCIPLES OF OPERATING SYSTEM

北京大学计算机科学技术系 陈向群

Department of computer science and Technology

Peking University

2015 春季

第1讲

操作系统概述

操作系统概述

- ◎ 操作系统做了什么？
- ◎ 操作系统的定义与作用
- ◎ 操作系统的主要特征
- ◎ 典型操作系统的架构
- ◎ 操作系统的分类

操作系统做了什么？

操作系统做了什么？(1/4)

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    puts("hello world");
    return 0;
}
```

一个C程序： helloworld

操作系统做了什么？(2/4)

- 用户告诉操作系统执行helloworld程序(如何告知？)
- 操作系统：找到helloworld程序的相关信息，检查其类型是否是可执行文件；并通过程序首部信息，确定代码和数据在可执行文件中的位置并计算出对应的磁盘块地址（文件格式？）
- 操作系统：创建一个新的进程，并将helloworld可执行文件映射到该进程结构，表示由该进程执行helloworld程序
- 操作系统：为helloworld程序设置CPU上下文环境，并跳到程序开始处（假设调度程序选中hello程序）

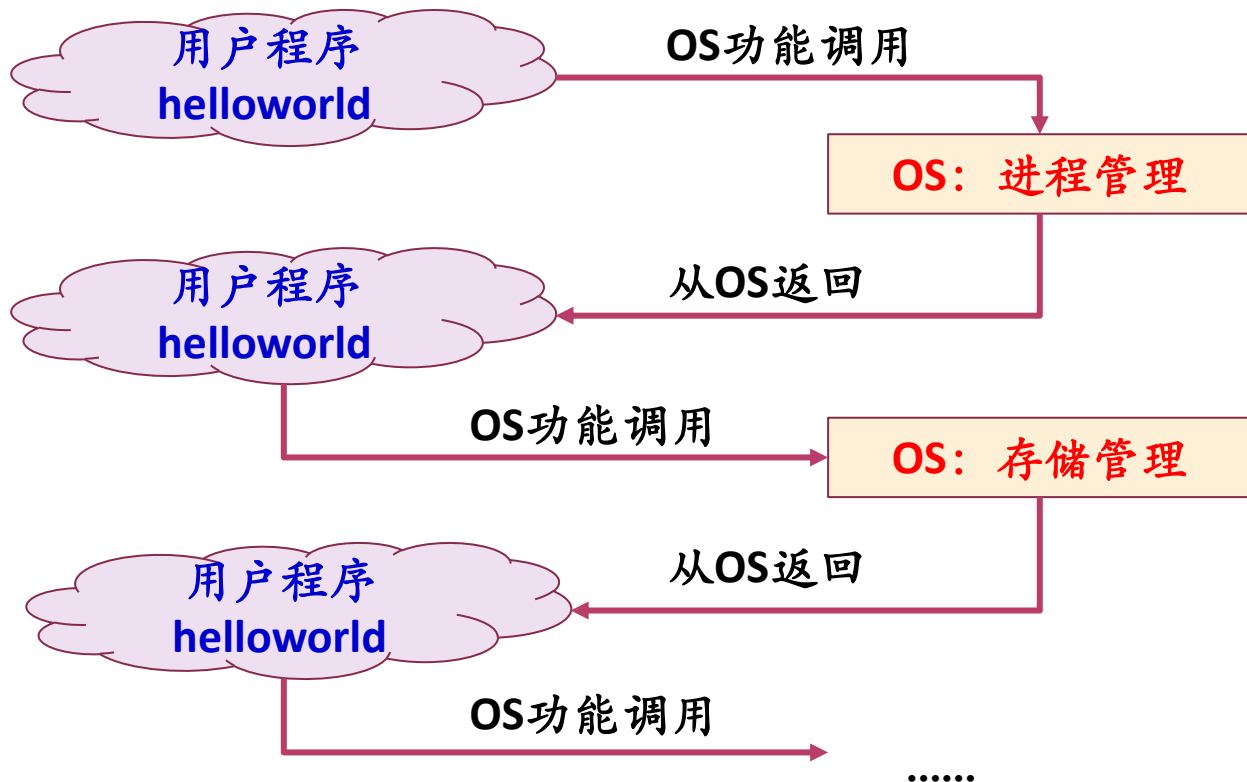
操作系统做了什么？(3/4)

- 执行helloworld程序的第一条指令，发生缺页异常
- 操作系统：分配一页物理内存，并将代码从磁盘读入内存，然后继续执行helloworld程序
- helloworld程序执行puts函数（系统调用），在显示器上写一字符串
- 操作系统：找到要将字符串送往的显示设备，通常设备是由一个进程控制的，所以，操作系统将要写的字符串送给该进程

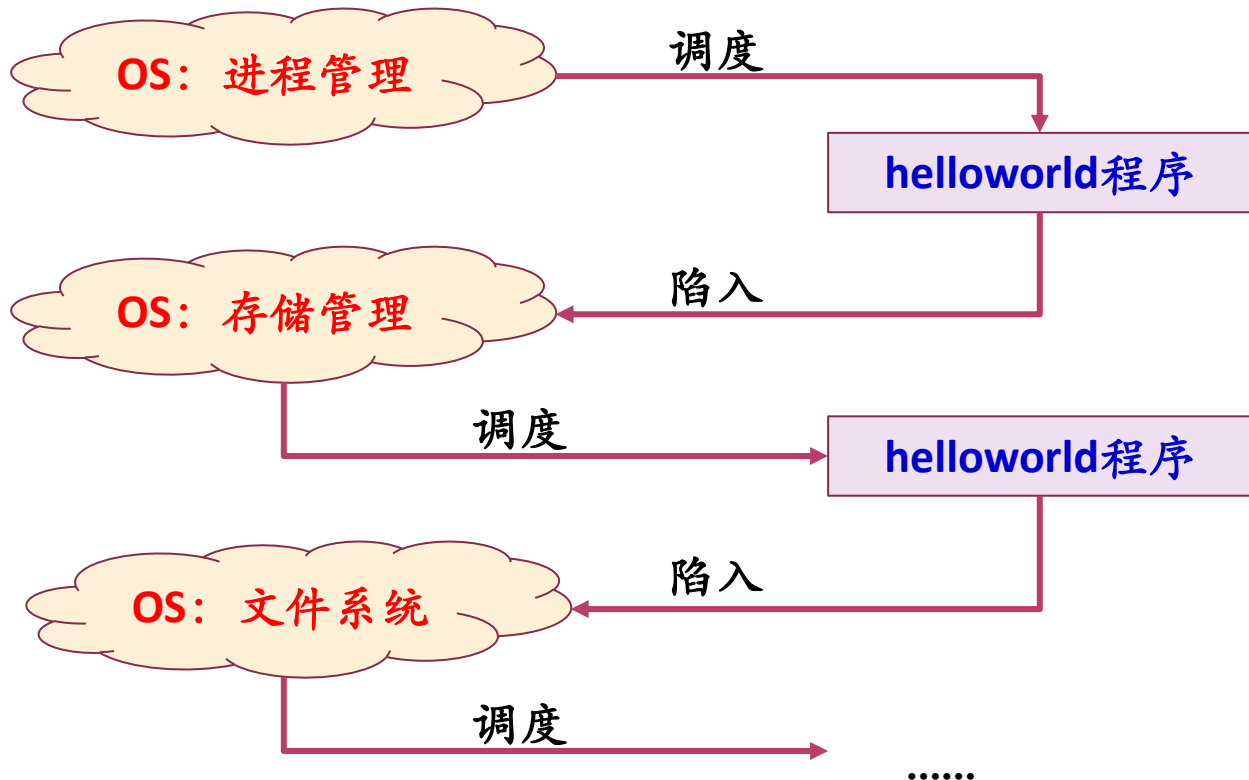
操作系统做了什么？(4/4)

- 操作系统：控制设备的进程告诉设备的窗口系统它要显示字符串，窗口系统确定这是一个合法的操作，然后将字符串转换成像素，将像素写入设备的存储映像区
- 视频硬件将像素转换成显示器可接收的一组控制/数据信号
- 显示器解释信号，激发液晶屏
- **OK!!! 我们在屏幕上看到了“hello world”**

从上述步骤中得到什么？



换个角度看用户程序的执行



操作系统是什么？怎样理解它的作用？……

操作系统的定义 及作用

操作系统是什么？

操作系统是计算机系统中的—个系统软件，是一些程序模块的集合——

- ◎ 它们能以尽量**有效**、**合理**的方式组织和管理计算机的软硬件资源
- ◎ 合理地组织计算机的工作流程，控制程序的执行并向用户提供各种服务功能
- ◎ 使得用户能够灵活、**方便**地使用计算机，使整个计算机系统高效率运行

解读几个关键词

有效： 系统效率，资源利用率

CPU利用率充足与否？ I/O设备是否忙碌？

合理：

各种软硬件资源的管理是否公平合理



如果不公平、不合理，则可能会产生问题？

方便使用：

两种角度： 用户界面 与 编程接口

操作系统的三个作用

- ◎ 资源的管理者 → 有效
- ◎ 向用户提供各种服务 → 方便使用
- ◎ 对硬件机器的扩展 → 扩展能力

OS是资源的管理者

自底向上 →

操作系统 是 资源的管理者

硬件资源：

CPU，内存，设备（I/O设备、磁盘、时钟、网络卡等）

软件资源：

磁盘上的文件、各类管理信息等

怎样管理资源？

- ◎ 跟踪记录资源的使用状况
 - 如：哪些资源空闲，分配给谁使用，允许使用多长时间等
- ◎ 确定资源分配策略——算法
 - 静态分配策略
 - 动态分配策略
- ◎ 实施资源的分配和回收
- ◎ 提高资源利用率
- ◎ 保护资源的使用
- ◎ 协调多个进程对资源请求的冲突

从资源管理的角度 — 五大基本功能

- ◎ 进程/线程管理（CPU管理）

进程线程状态、控制、同步互斥、通信、调度、.....

- ◎ 存储管理

分配/回收、地址转换、存储保护、内存扩充、.....

- ◎ 文件管理

文件目录、文件操作、磁盘空间、文件存取控制、.....

- ◎ 设备管理

设备驱动、分配回收、缓冲技术、.....

- ◎ 用户接口

系统命令、编程接口

操作系统的三个作用

- ◎ 资源的管理者 → 有效
- ◎ 向用户提供各种服务 → 方便使用
- ◎ 对硬件机器的扩展 → 扩展能力

OS是各种系统服务的提供者

- 在操作系统之上，从用户角度来看：

操作系统为用户提供了一组功能强大、方便易用的**命令或系统调用**

- 典型的服务

进程的创建、执行；文件和目录的操作；I/O设备的使用；各类统计信息；

操作系统的三个作用

- ◎ 资源的管理者 → 有效
 - ◎ 向用户提供各种服务 → 方便使用
 - ◎ 对硬件机器的扩展 → 扩展能力
-

OS是硬件之上的第一层软件

应用程序

----- 虚拟机器界面

操作系统

----- 物理机器界面

硬件

与硬件相关的工作复杂、繁琐

◎ 请问：下列哪一个操作更简单、方便？

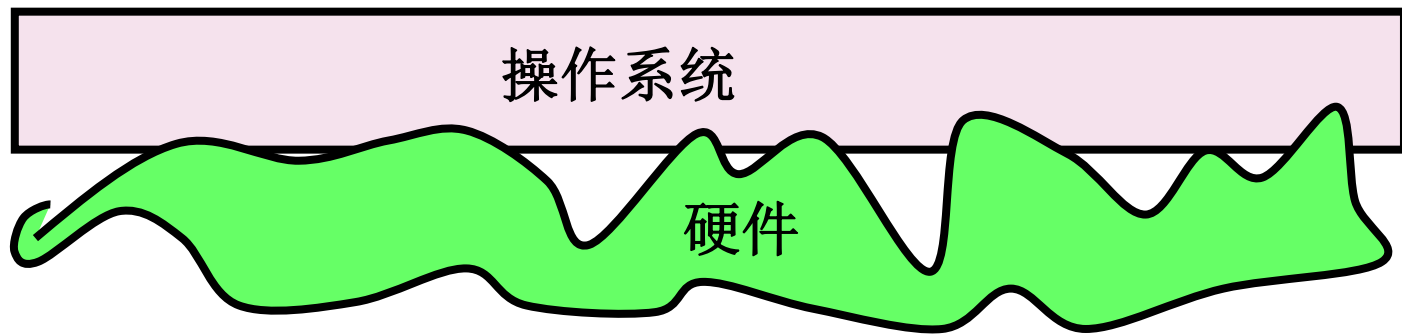
“从某个文件读一个数据块” 与 “移动磁头、等待放下”

◎ 例子：软盘I/O操作

- 控制芯片**NEC PD765**，有**16**条命令
- 每一条命令向设备控制寄存器写入长度从**1**到**9**字节的特定数据（读写数据、移动磁头臂、格式化磁道，及初始化、检测状态、复位、校准控制器及设备 etc）
- 以**READ**为例：**13**个参数
要读取的磁盘块地址、磁道的扇区数、物理介质的记录格式、扇区间隙、对已删除数据地址标识的处理方法
- 操作结束时，控制器芯片在**7**个字节中返回**23**个状态及出错字段
- 程序员还要保持注意步进电机的开关状态

OS对硬件机器的扩展

- ◎ 操作系统在应用程序与硬件之间建立了一个等价的扩展机器（虚拟机）
- ◎ 对硬件抽象，提高可移植性；比底层硬件更容易编程



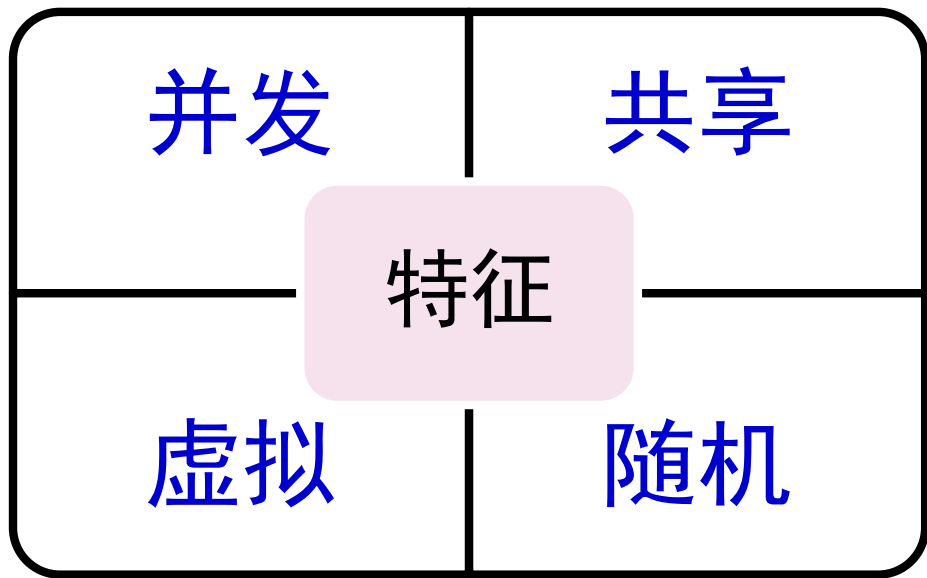
明确了操作系统的三个作用

- ◎ 有效地管理资源
- ◎ 通过命令接口、编程接口等为用户提供各种功能服务
- ◎ 对硬件机器的扩展

操作系统与其他软件比较，其特征是什么？

操作系统的特征

操作系统的主要特征



OS特征 —— 并发

并发(concurrency): 指处理多个同时性活动的能力

由于并发将会引发很多的问题:

活动切换、保护、相互依赖的活动间的同步

在计算机系统中同时存在多个程序运行，单CPU上

宏观上: 这些程序同时在执行

微观上: 任何时刻只有一个程序真正在执行，即这些程序在CPU上是轮流执行的

并行(parallel): 与并发相似，但多指不同程序同时在多个硬件部件上执行

OS特征 —— 共享

共享(sharing):

操作系统与多个用户的程序共同使用计算机系统
中的资源（共享有限的系统资源）

操作系统要对系统资源进行合理分配和使用
资源在一个时间段内交替被多个进程所用

- ◎ 互斥共享（如打印机）
- ◎ 同时共享（如可重入代码、磁盘文件）

问题：资源分配难以达到最优化，如何保护资源

OS特征 —— 虚拟

虚拟(Virtual):

- ⊙ 一个物理实体映射为若干个对应的逻辑实体——分时或分空间
 - ⊙ 虚拟是操作系统管理系统资源的重要手段，可提高资源利用率
-
- ◆ CPU——每个进程的"虚处理机"
 - ◆ 存储器——每个进程都有独立的虚拟地址空间（代码+数据+堆栈）
 - ◆ 显示设备——多窗口或虚拟终端

OS特征 —— 随机

随机:

操作系统必须随时对以不可预测的次序发生的事件进行响应并处理

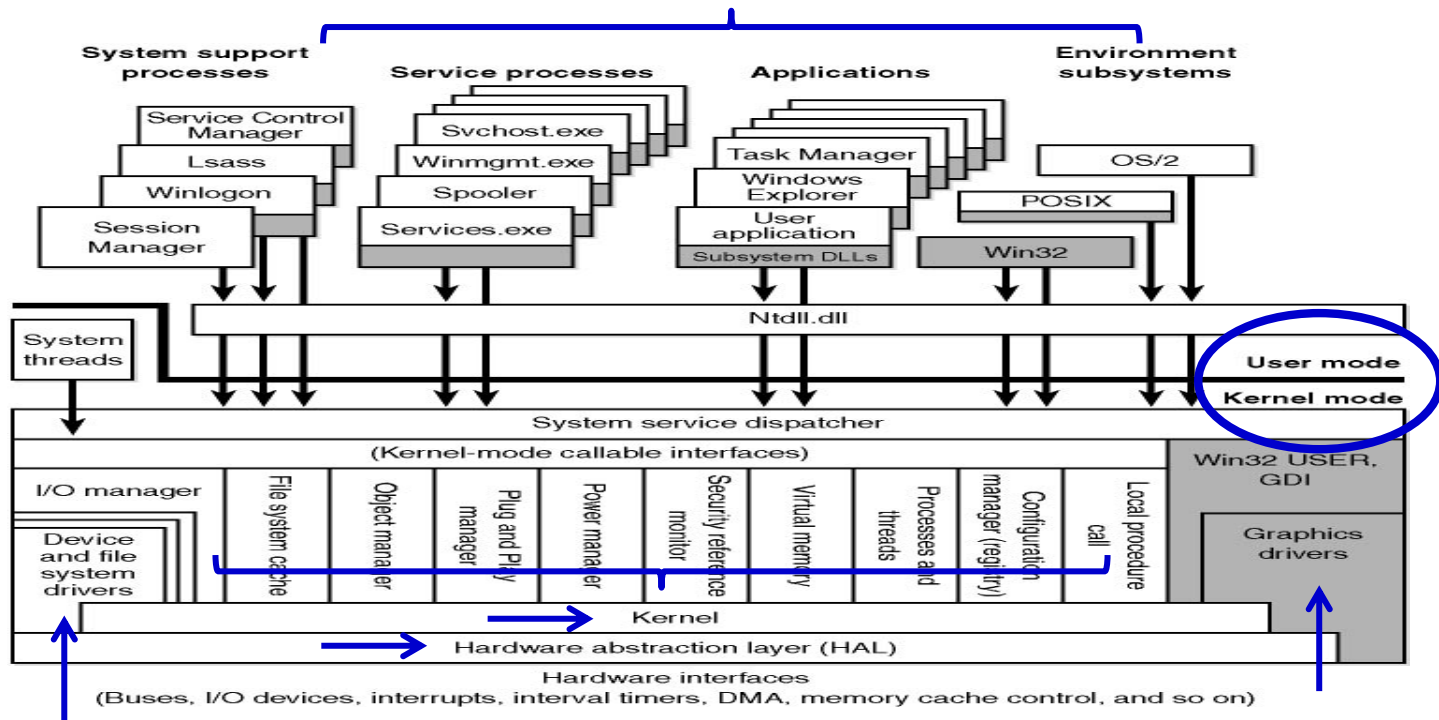
- ◆ 进程的运行速度不可预知：多个进程并发执行，“走走停停”，无法预知每个进程的运行推进的快慢
- ◆ 难以重现系统在某个时刻的状态（包括重现运行中的错误）

Windows、UNIX、Linux操作系统都有哪些功能？

典型操作系统的架构

WINDOWS架构

WINDOWS操作系统的体系结构



WINDOWS操作系统的体系结构

系统进程

服务进程

用户进程

环境子系统

动态链接库(DLL)

用户态

系统服务分发器
内核态可调用接口

内核态

执行体

内核

设备驱动程序

图形
与
窗口

硬件抽象层(HAL)

硬件

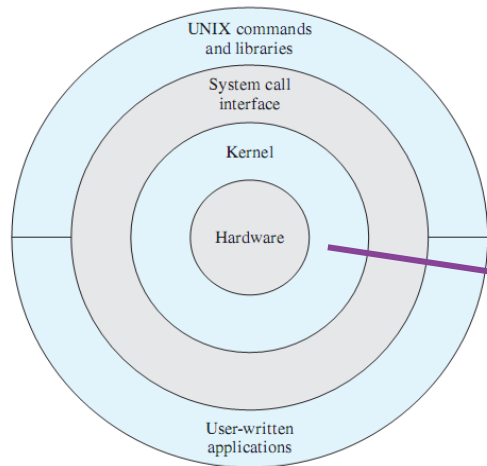
物理硬件

WINDOWS操作系统的体系结构

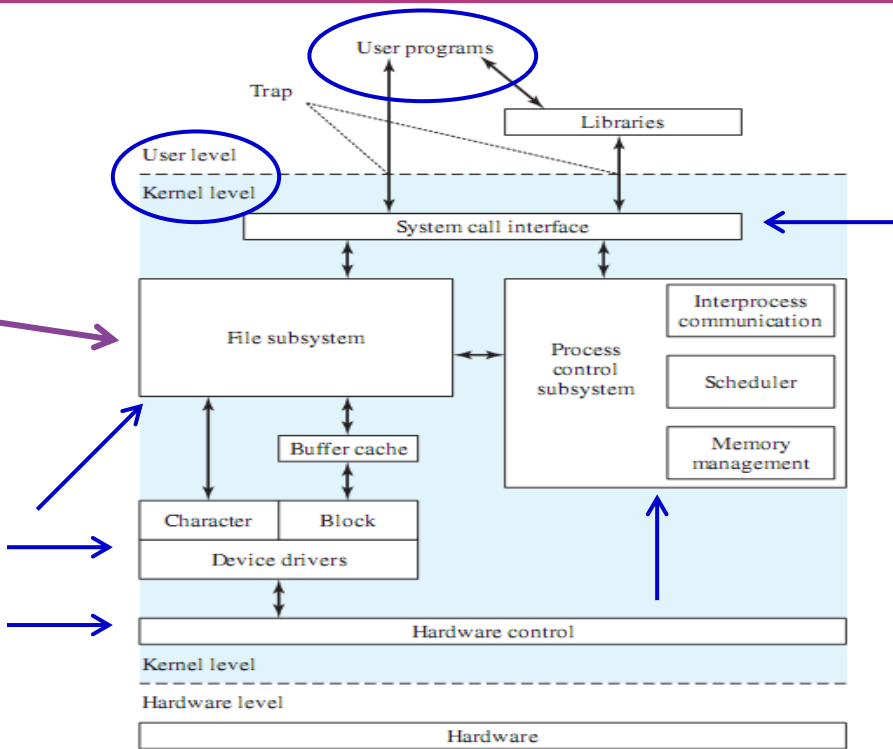


UNIX架构

UNIX操作系统



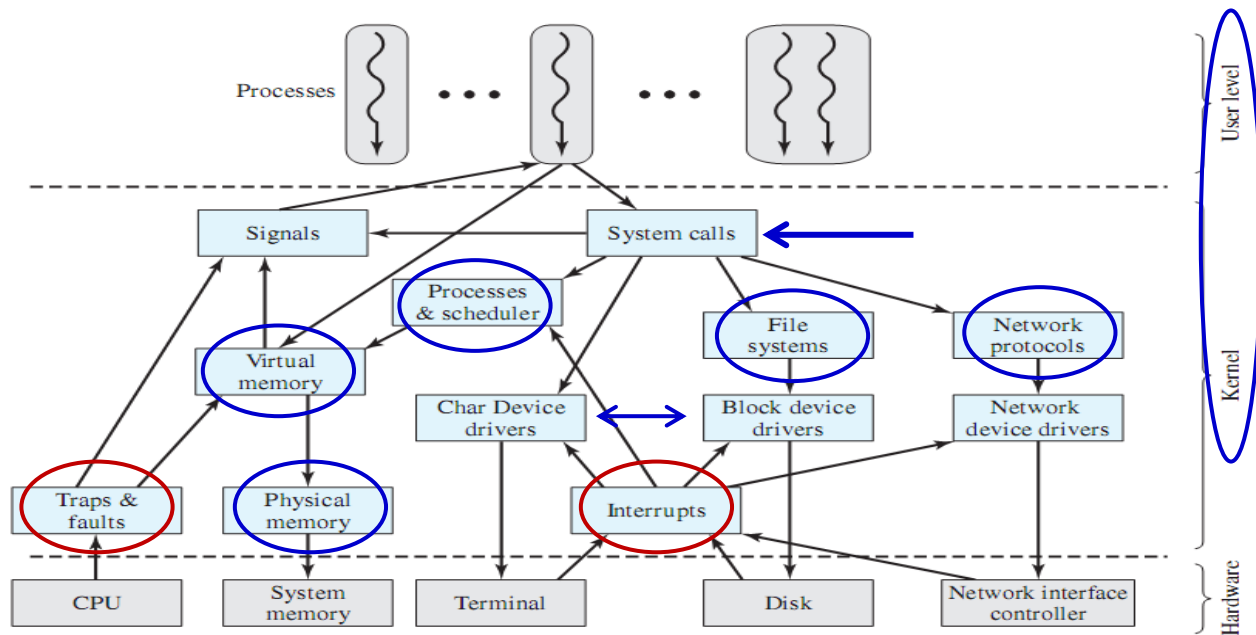
层次架构



内核结构

LINUX架构

LINUX内核组件



ANDROID架构

ANDROID操作系统的整体架构

Android应用程序

Email客户端，SMS短消息程序，日历，地图，浏览器，联系人管理等

应用程序框架

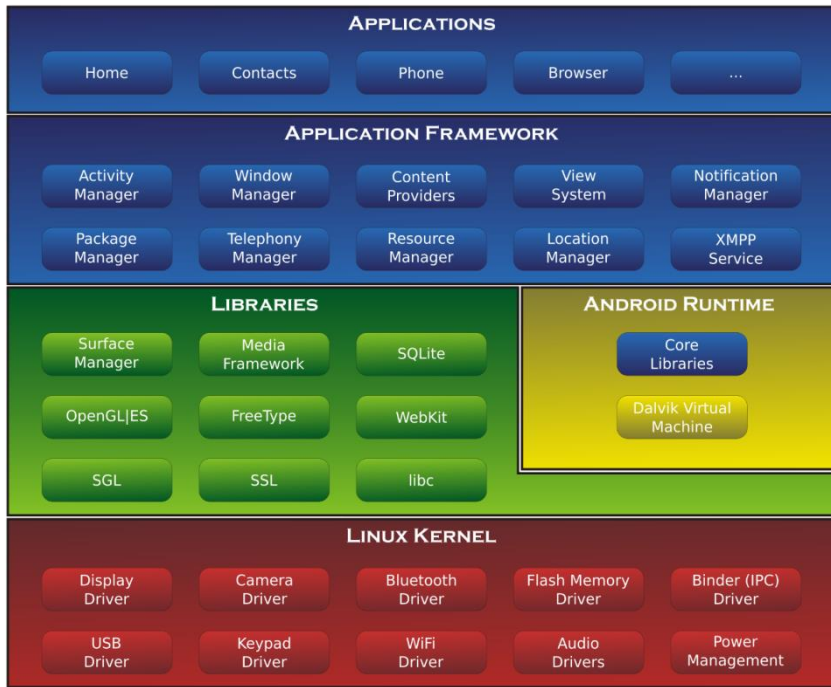
开发者可以完全使用核心应用程序所使用的APIs框架
视图、内容提供者、资源管理等

系统库和Android运行时

Android包含一个C/C++库的集合，供Android系统的各个组件使用。
如：系统C库、3D库、SQLite、媒体库等

Linux内核

提供核心系统服务，例如：安全、内存管理、进程管理、网络协议栈、驱动模型



请思考一下：

从WINDOWS、UNIX和LINUX的
系统架构图中得到什么结论？

从ANDROID架构图中得到什么
结论？

传统分类、Tenenbaum 的分类

操作系统分类

操作系统的发展历程

- ◎ 操作系统发展是随着计算机硬件技术、应用需求的发展、软件新技术的出现而发展的

目标：充分利用硬件
提供更好的服务

大型机 → 个人计算机 → 网络 → 移动
计算 → 云计算 → 泛在计算（物联网）
→ 机器人

传统操作系统的分类

- ◎ 批处理操作系统
- ◎ 分时系统
- ◎ 实时操作系统
- ◎ 个人计算机操作系统
- ◎ 网络操作系统
- ◎ 分布式操作系统
- ◎ 嵌入式操作系统

1. 批处理操作系统

◎ 工作方式

1. 用户将作业交给系统操作员
2. 系统操作员将许多用户的作业组成一批作业，输入到计算机系统中，在系统中形成一个自动转接的连续的作业流
3. 启动操作系统
4. 系统自动、依次执行每个作业
5. 由操作员将作业结果交给用户

◎ 追求目标：

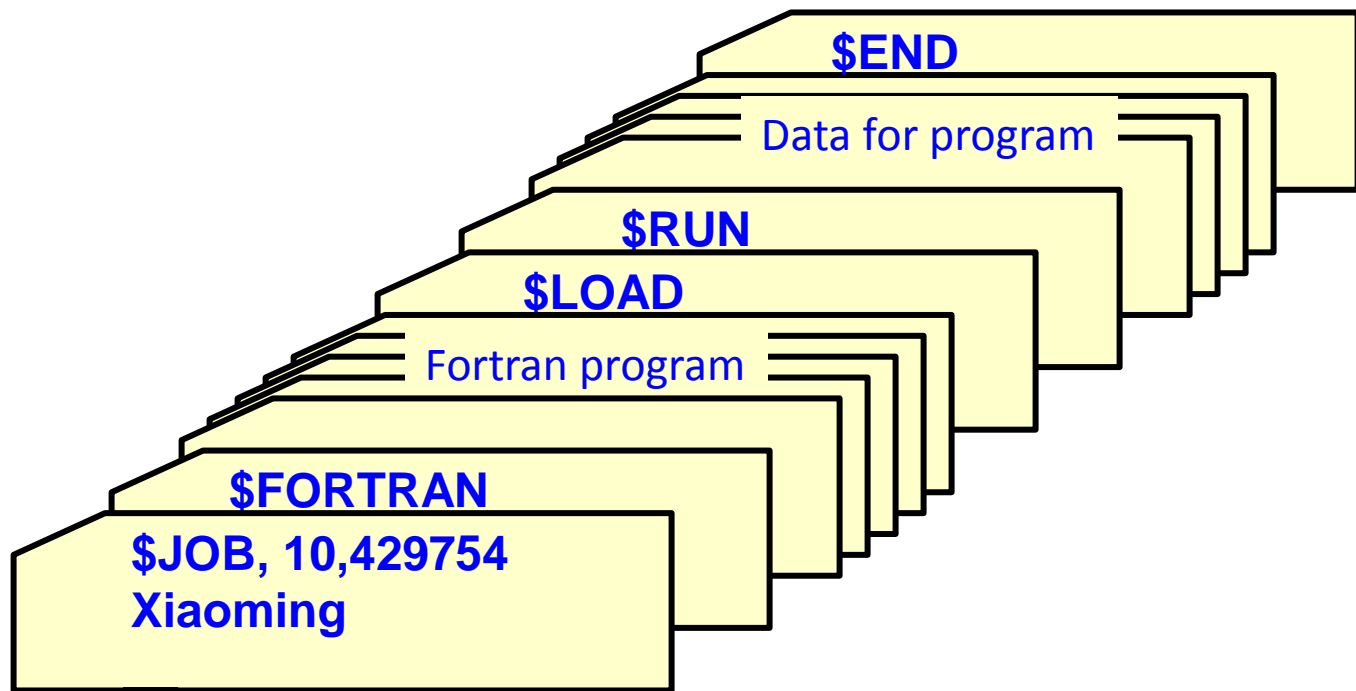
提高资源利用率，增加作业处理吞吐量

批处理操作系统

- ◎ 批处理系统中的作业包括：
 - 用户程序
 - 数据
 - 作业说明书（用作业控制语言编写）
- ◎ 成批：通常由若干个作业组成，用户提交作业后只能等待处理结果，不能干预自己作业的执行
- ◎ 批作业处理：

对一批作业中的每个作业进行相同的处理：从磁带读入用户作业和编译链接程序，编译链接用户作业以生成可执行程序；启动执行；执行并输出结果

典型的FMS JOB结构



批处理操作系统

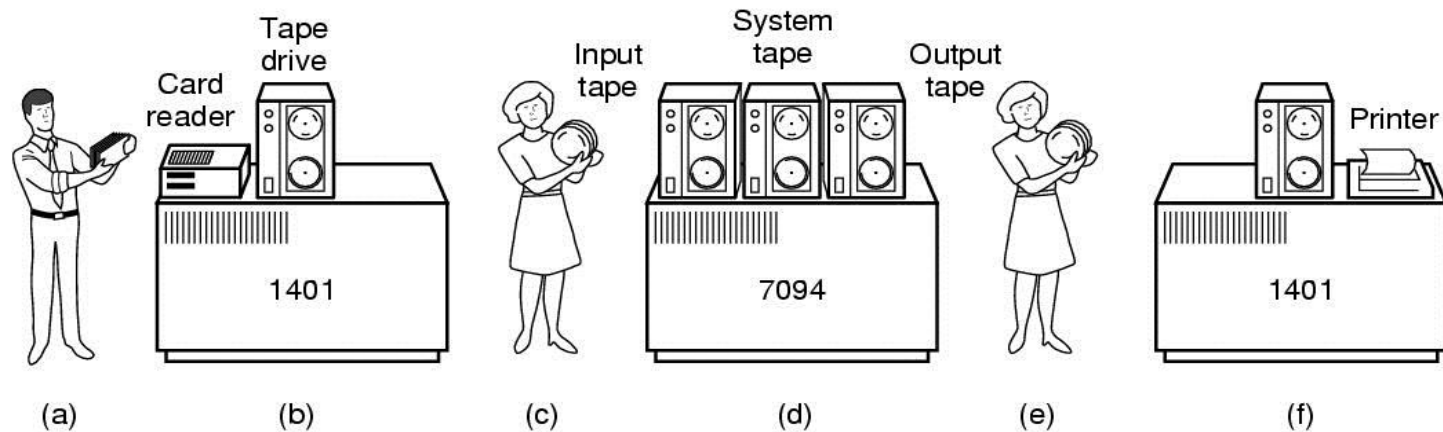
- ◎ 问题：

慢速的输入输出处理直接由主机来完成，输入输出时，**CPU**处于等待状态

- ◎ 解决方案：

卫星机：完成面向用户的输入输出（纸带或卡片），中间结果暂存在磁带或磁盘上

早期批处理系统



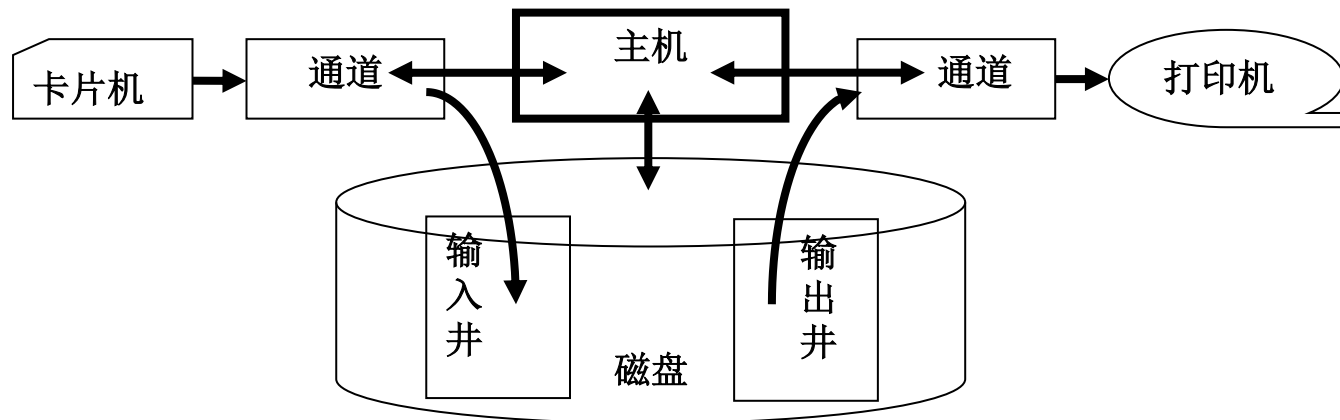
- ✓ 单道批处理系统 (simple batch processing, uni-programming)
- ✓ 多道批处理系统 (multiprogramming system)

SPOOLING系统（技术）

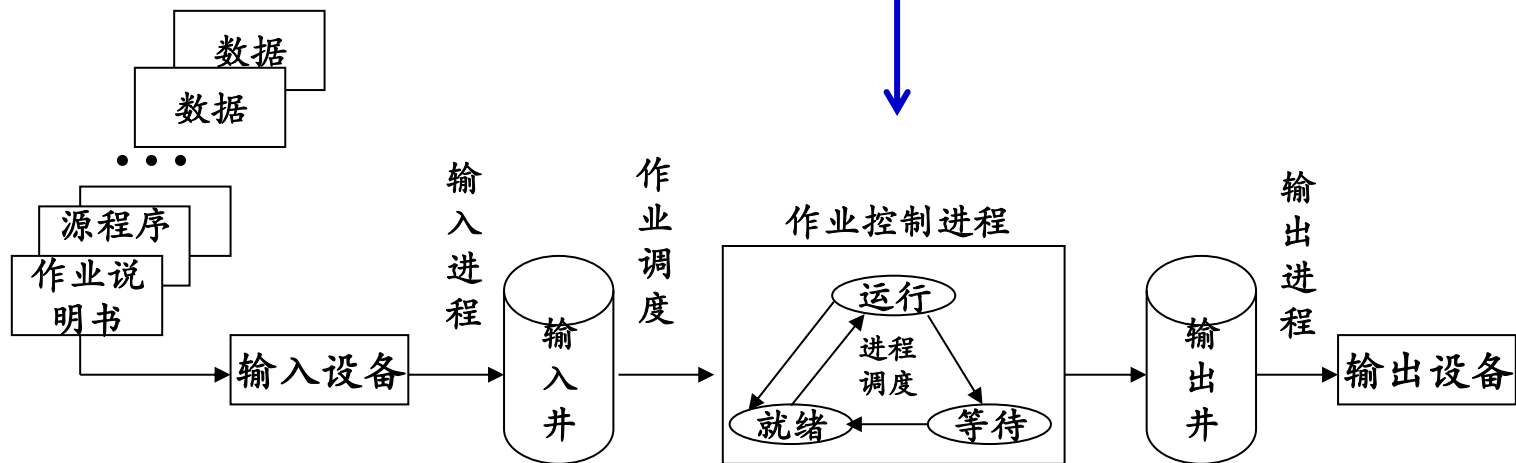
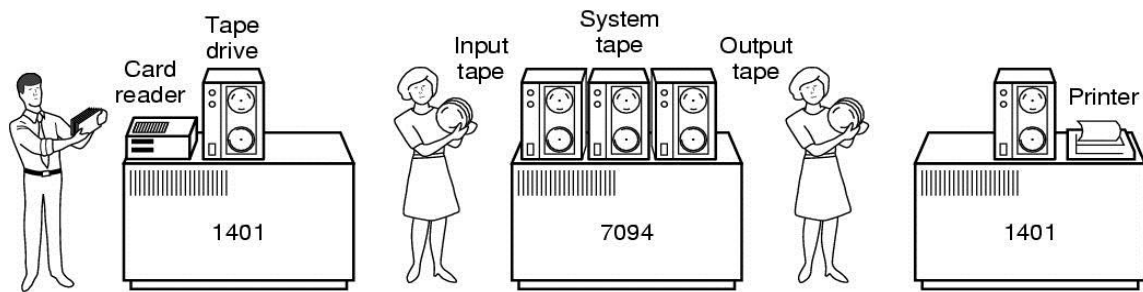
- ◎ 批处理系统的实现通常采用的技术
- ◎ 1961年，英国曼彻斯特大学，Atalas机
- ◎ **Simultaneous Peripheral Operation On-Line**
(同时的外围设备联机操作，又称假脱机技术)
- ◎ 思想
利用磁盘作缓冲，将输入、计算、输出分别组织成独立的任务流，使I/O和计算真正并行

SPOOLING系统工作原理

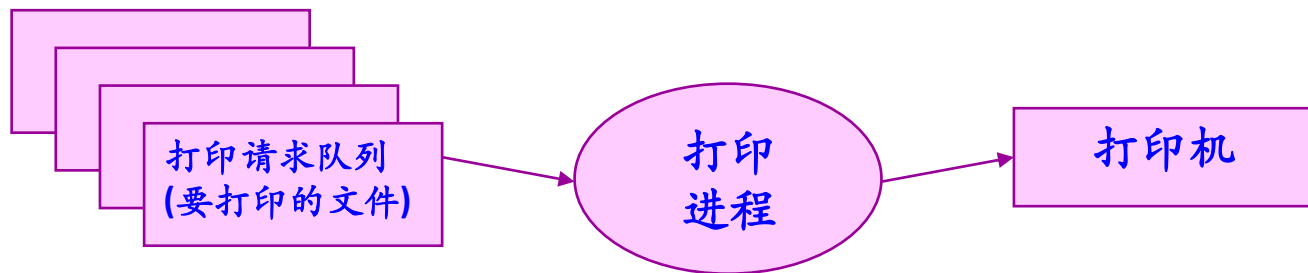
- ⊙ 用户作业加载到磁盘上的输入井
- ⊙ 按某种调度策略选择几个搭配得当的作业，调入内存
- ⊙ 作业运行的结果输出到磁盘上的输出井
- ⊙ 运行结果从磁盘上的输出井送到打印机



多道批处理操作系统

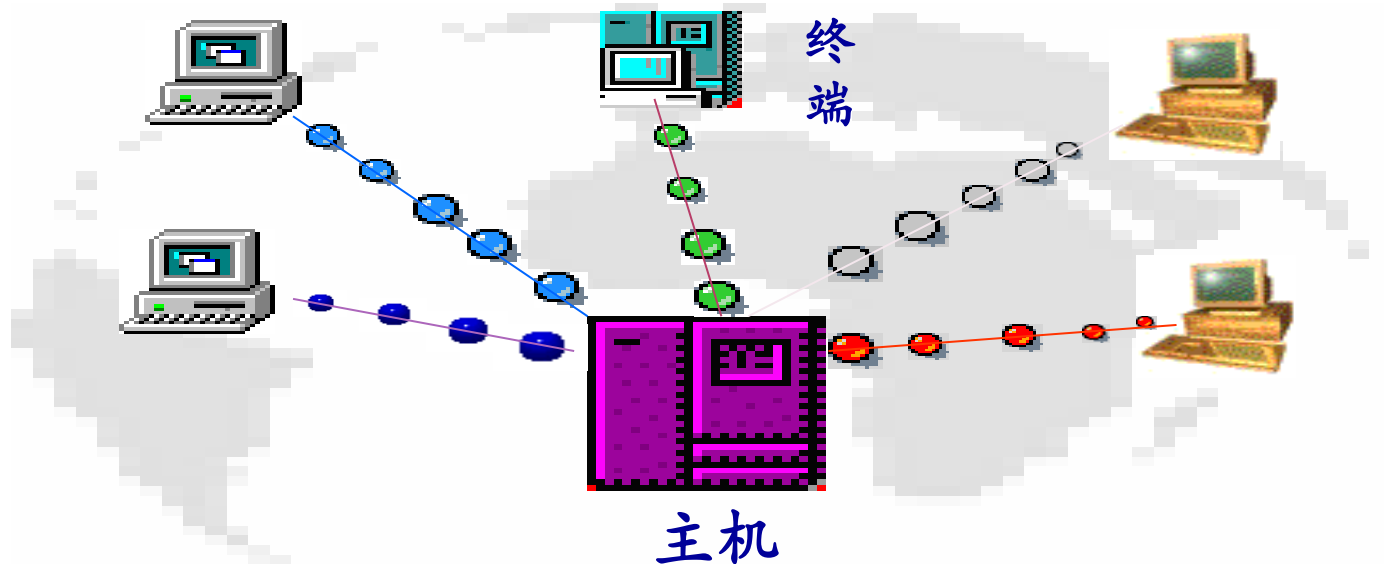


以SPOOLING方式使用外设



现代计算机系统的打印过程通常采用的是SPOOLing技术

2. 分时操作系统 (TIME-SHARING SYSTEM)



分时系统的工作方式

分时操作系统

◎ 时间片（time slice）

操作系统将CPU的时间划分成若干个片段，称为时间片

- ✓ 操作系统以时间片为单位，轮流为每个终端用户服务，每次服务一个时间片
- ✓ 其特点是利用人的错觉，使用户感觉不到计算机在服务他人

追求目标：

及时响应(依据是响应时间)

响应时间：

从终端发出命令到系统给予回答所经历的时间

通用操作系统

- ◎ 分时系统与批处理系统结合
- ◎ 原则：分时优先，批处理在后
 - “前台”：需要频繁交互的作业
 - “后台”：时间性要求不强的作业

3. 实时操作系统

- 是指使计算机能及时响应外部事件的请求，在规定的严格时间内完成对该事件的处理，并控制所有实时设备和实时任务协调一致地工作

分类：

- 第一类：实时过程控制
工业控制、航空、军事控制、...
- 第二类：实时通信（信息）处理
电讯（自动交换机）、银行、飞机订票、股市行情

实时操作系统

追求目标：

- ◎ 对外部请求在**严格时间范围内**作出响应
- ◎ 高可靠性

特征：

关键参数 是 **时间**

例子：工业过程控制系统——汽车装配线

◆ 硬实时系统（例子？）

某个动作**绝对必须**在规定的时刻或时间范围完成

◆ 软实时系统（例子？）

接受偶尔违反最终时限

4. 个人计算机操作系统

- ◎ 计算机在某一时间内为单用户服务
- ◎ 追求目标：
 - 界面友好，使用方便
 - 丰富的应用软件

5. 网络操作系统

基于计算机网络

在各种计算机操作系统上

按网络体系结构协议标准开发的软件

◎ 功能：

网络管理，通信，安全，资源共享和各种网
络应用

◎ 追求目标：相互通信，资源共享

6. 分布式操作系统

- ◎ 分布式系统：或以计算机网络为基础，或以多处理机为基础，基本特征是处理分布在不同计算机上
- ◎ 分布式操作系统：是一个统一的操作系统，允许若干个计算机可相互协作共同完成一项任务。操作系统可将各种系统任务在分布式系统中任何处理机上运行，自动实现全系统范围内的任务分配、自动调度、均衡各处理机的工作负载
- ◎ 处理能力增强、速度更快、可靠性增强、具有透明性

7. 嵌入式操作系统

◎ 嵌入式系统

- 在各种设备、装置或系统中，完成特定功能的软硬件系统
汽车、手机、电视机、MP3播放器
- 它们是一个大设备、装置或系统中的一部分，这个大设备、装置或系统可以不是“计算机”
- 通常工作在反应式或对处理时间有较严格要求环境中

◎ 嵌入式操作系统（Embedded Operating System）

运行在嵌入式系统环境中，对整个嵌入式系统以及它所操作、控制的各种部件装置等等资源进行统一协调、调度、指挥和控制的系统软件

操作系统的另一种分类（TANENBAUM）

- ◎ 大型机操作系统
- ◎ 服务器操作系统
- ◎ 多处理机操作系统
- ◎ 个人计算机操作系统
- ◎ 掌上计算机操作系统
- ◎ 嵌入式操作系统
- ◎ 传感器节点操作系统
- ◎ 实时操作系统
- ◎ 智能卡操作系统

智能卡操作系统

智能卡：一种包含有一块**CPU**芯片的卡片

- ◎ 特点

- 非常严格的运行能耗和存储空间的限制

- 有些智能卡只有单项功能，诸如电子支付

- ◎ 专用的操作系统

有些智能卡是面向**Java**的，即在智能卡的**ROM**中有一个**Java**虚拟机解释器。**Java** 程序被下载到卡中并由**JVM**解释器解释。有些卡可以同时处理多个**Java** 小程序，这就是多道程序，并且需要对它们进行调度。在两个或多个小程序同时运行时，资源管理和保护就成为突出的问题。这些问题必须由卡上的操作系统处理

本讲重点

- ◎ 掌握操作系统的概念
 - 理解操作系统的不同作用
 - 理解操作系统的主要特征
- ◎ 掌握重要的操作系统技术
 - **SPOOLing**技术
- ◎ 了解操作系统架构
- ◎ 了解操作系统的分类

本周要求

- 重点阅读教材

第1章相关内容： 1.1、 1.2、 1.4

第10章相关内容： 10.2.5

第11章相关内容： 11.3.1

- 重点概念

操作系统定义 操作系统的三个作用
并发 共享 虚拟 随机 SPOOLing技术
Windows、Linux、UNIX的架构

THANKS

The End