

0117401: Operating System

计算机原理与设计

Chapter 1-1: OS overview

陈香兰

`xlanchen@ustc.edu.cn`

`http://staff.ustc.edu.cn/~xlanchen`

Computer Application Laboratory, CS, USTC @ Hefei
Embedded System Laboratory, CS, USTC @ Suzhou

March 11, 2015

温馨提示：



为了您和他人的工作学习，
请在课堂上**关机或静音**。

不要在课堂上接打电话。

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

What is OS?

- What is operating system?
- What operating system do?
- The role of operating system
 - User view: different user has different opinion.
 - easy of use? performance? resource utilization? battery life?
 - user of pc? mainframe or minicomputer? workstations and servers connected via networks?
 - System view: a resource allocator; a control problem.



1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

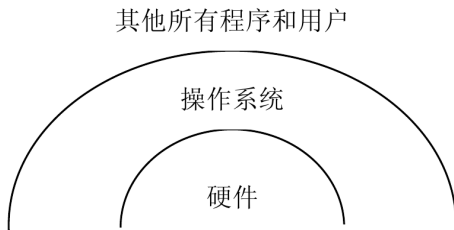
- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

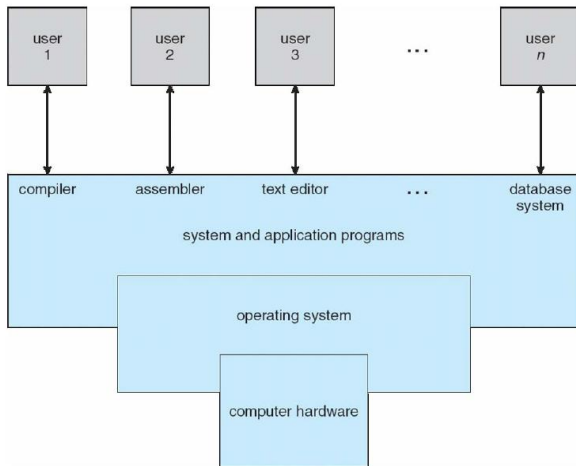
Components of Computer System: viewpoint 1

Computer system = hardware + software (+data)

- Operating System(操作系统)
是硬件之上的第一层软件，可以看成是对计算机硬件系统的第一次扩充。
- 所有运行在操作系统上层的应用软件(applications)都会或多或少、或直接或间接地调用操作系统提供的功能



Components of Computer System: viewpoint 2



Computer system = hardware + os + applications + users

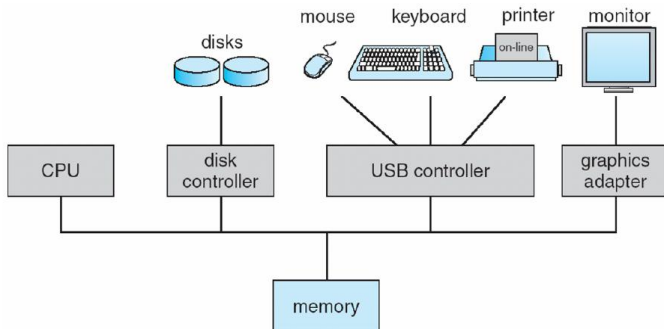
Problems:

What is **the hardware** of a computer system?

How a **computer system** up and running?

How a **program** up and running?

A modern computer system



Problem:

What operating systems do you know?

- Windows series, Unix series, SUN Solaris, FreeBSD, Apple Mac OS, Linux series, ...
- A variety of real-time, non-real-time, embedded OSes
 - μ C/OS-II, RTEMS, VxWorks, QNX, PalmOS, iOS, ...
- 各种网络操作系统、分布式操作系统、集群操作系统、并行操作系统
- 各种研究型操作系统，等等

Problem:

What operating systems do you know?

- Windows series, Unix series, SUN Solaris, FreeBSD, Apple Mac OS, Linux series, ...
- A variety of real-time, non-real-time, embedded OSes
 - μ C/OS-II, RTEMS, VxWorks, QNX, PalmOS, iOS, ...
- 各种网络操作系统、分布式操作系统、集群操作系统、并行操作系统
- 各种研究型操作系统，等等

OS definitions

- 没有一个统一的、适用的定义！

① An Operating System is a program that

- Manages the computer hardware
- Provides a basis for application programs
- Acts as an intermediary between the computer user and the computer hardware

② OS is a resource allocator that

- Manages all resources
- Decides between conflicting requests for efficient and fair resource use

③ OS is a control program that

- Controls execution of programs to prevent errors and improper use of the computer

- ④ 操作系统是一组控制和管理计算机软硬件资源、合理地各类作业进行调度以及方便用户的程序的集合【汤】。

OS definitions

- 没有一个统一的、适用的定义！

① An Operating System is a program that

- Manages the computer hardware
- Provides a basis for application programs
- Acts as an intermediary between the computer user and the computer hardware

② OS is a resource allocator that

- Manages all resources
- Decides between conflicting requests for efficient and fair resource use

③ OS is a control program that

- Controls execution of programs to prevent errors and improper use of the computer

- ④ 操作系统是一组控制和管理计算机软硬件资源、合理地各类作业进行调度以及方便用户的程序的集合【汤】。

OS definitions

- 没有一个统一的、适用的定义！

① An Operating System is a program that

- Manages the computer hardware
- Provides a basis for application programs
- Acts as an intermediary between the computer user and the computer hardware

② OS is a resource allocator that

- Manages all resources
- Decides between conflicting requests for efficient and fair resource use

③ OS is a control program that

- Controls execution of programs to prevent errors and improper use of the computer

- ④ 操作系统是一组控制和管理计算机软硬件资源、合理地各类作业进行调度以及方便用户的程序的集合【汤】。

OS definitions

- 没有一个统一的、适用的定义！

❶ An Operating System is a program that

- Manages the computer hardware
- Provides a basis for application programs
- Acts as an intermediary between the computer user and the computer hardware

❷ OS is a resource allocator that

- Manages all resources
- Decides between conflicting requests for efficient and fair resource use

❸ OS is a control program that

- Controls execution of programs to prevent errors and improper use of the computer

- ❹ 操作系统是一组控制和管理计算机软硬件资源、合理地各类作业进行调度以及方便用户的程序的集合【汤】。

OS definitions

- 没有一个统一的、适用的定义！
- ❶ An Operating System is a program that
 - Manages the computer hardware
 - Provides a basis for application programs
 - Acts as an intermediary between the computer user and the computer hardware
- ❷ OS is a resource allocator that
 - Manages all resources
 - Decides between conflicting requests for efficient and fair resource use
- ❸ OS is a control program that
 - Controls execution of programs to prevent errors and improper use of the computer
- ❹ 操作系统是一组控制和管理计算机软硬件资源、合理地各类作业进行调度以及方便用户的程序的集合【汤】。

操作系统的（设计）目标

- 在计算机硬件上配置OS的（设计）目标有以下几点【汤】：

- ① 方便性

- Execute user programs and make solving user problems easier
- Make the computer system convenient to use

- ② 有效性

- Use the computer hardware in an efficient manner
（提高软硬件资源的利用率）

- ③ 可扩充性

- 适应软硬件的发展需求

- ④ 开放性

- 可移植性、互操作性

- 方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。

操作系统的（设计）目标

- 在计算机硬件上配置OS的（设计）目标有以下几点【汤】：

- ① 方便性

- Execute user programs and make solving user problems easier
- Make the computer system convenient to use

- ② 有效性

- Use the computer hardware in an efficient manner
（提高软硬件资源的利用率）

- ③ 可扩充性

- 适应软硬件的发展需求

- ④ 开放性

- 可移植性、互操作性

- 方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。

操作系统的（设计）目标

- 在计算机硬件上配置OS的（设计）目标有以下几点【汤】：

- ① 方便性

- Execute user programs and make solving user problems easier
- Make the computer system convenient to use

- ② 有效性

- Use the computer hardware in an efficient manner
（提高软硬件资源的利用率）

- ③ 可扩充性

- 适应软硬件的发展需求

- ④ 开放性

- 可移植性、互操作性

- 方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。

操作系统的（设计）目标

- 在计算机硬件上配置OS的（设计）目标有以下几点【汤】：

- ① 方便性

- Execute user programs and make solving user problems easier
- Make the computer system convenient to use

- ② 有效性

- Use the computer hardware in an efficient manner
（提高软硬件资源的利用率）

- ③ 可扩充性

- 适应软硬件的发展需求

- ④ 开放性

- 可移植性、互操作性

- 方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。

操作系统的（设计）目标

- 在计算机硬件上配置OS的（设计）目标有以下几点【汤】：

- ① 方便性

- Execute user programs and make solving user problems easier
- Make the computer system convenient to use

- ② 有效性

- Use the computer hardware in an efficient manner
（提高软硬件资源的利用率）

- ③ 可扩充性

- 适应软硬件的发展需求

- ④ 开放性

- 可移植性、互操作性

- 方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。

操作系统的（设计）目标

- 在计算机硬件上配置OS的（设计）目标有以下几点【汤】：

- ① 方便性

- Execute user programs and make solving user problems easier
- Make the computer system convenient to use

- ② 有效性

- Use the computer hardware in an efficient manner
（提高软硬件资源的利用率）

- ③ 可扩充性

- 适应软硬件的发展需求

- ④ 开放性

- 可移植性、互操作性

- 方便性和有效性是操作系统最重要的两个目标。

- 1 What is OS?
 - 操作系统的定义和目标
 - Roles of operating system
 - 操作系统的层次模型

- 2 The Development Process of Operating Systems
 - 操作系统的发展动力
 - 1945~1955, 无操作系统
 - 1955~1965, 批处理系统
 - 1965~1980, 引入分时
 - 1980~now, 百花齐放

- 3 其他操作系统
 - Personal-Computer Systems
 - Parallel Systems
 - Distributed Systems
 - Embedded System

- 4 作业、实验和小结

Roles of operating system

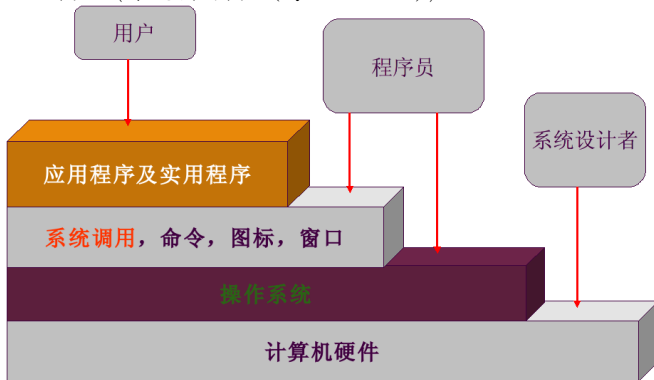
- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。
- 计算机资源的管理者(resource allocator)
 - 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件
- 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
 - 虚拟机：覆盖了软件的机器
 - 层次性

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。
- ❶ 用户与计算机硬件系统之间的接口(interface)
 - 命令接口(Command Line Interface, CLI)、
图形用户接口(Graphical User Interface, GUI)
 - 编程接口（系统调用接口(system call)）
- ❷ 计算机资源的管理者(resource allocator)
 - 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件
- ❸ 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
 - 虚拟机：覆盖了软件的机器
 - 层次性

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。
- ① 用户与计算机硬件系统之间的接口(interface)
 - 命令接口(Command Line Interface, CLI)、
图形用户接口(Graphical User Interface, GUI)
 - 编程接口(系统调用接口(system call))



- ② 计算机资源的管理者(resource allocator)

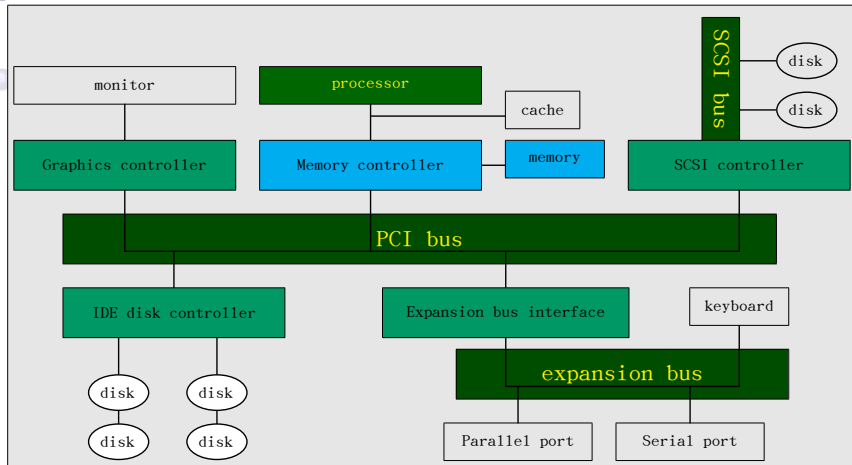
- 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。
- ❶ 用户与计算机硬件系统之间的接口(interface)
 - 命令接口(Command Line Interface, CLI)、
图形用户接口(Graphical User Interface, GUI)
 - 编程接口（系统调用接口(system call)）
- ❷ 计算机资源的管理者(resource allocator)
 - 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件
- ❸ 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
 - 虚拟机：覆盖了软件的机器
 - 层次性

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。
- 计算机资源的管理者(resource allocator)



Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。
- ❶ 用户与计算机硬件系统之间的接口(interface)
 - 命令接口(Command Line Interface, CLI)、
图形用户接口(Graphical User Interface, GUI)
 - 编程接口（系统调用接口(system call)）
- ❷ 计算机资源的管理者(resource allocator)
 - 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件
- ❸ 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
 - 虚拟机：覆盖了软件的机器
 - 层次性

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

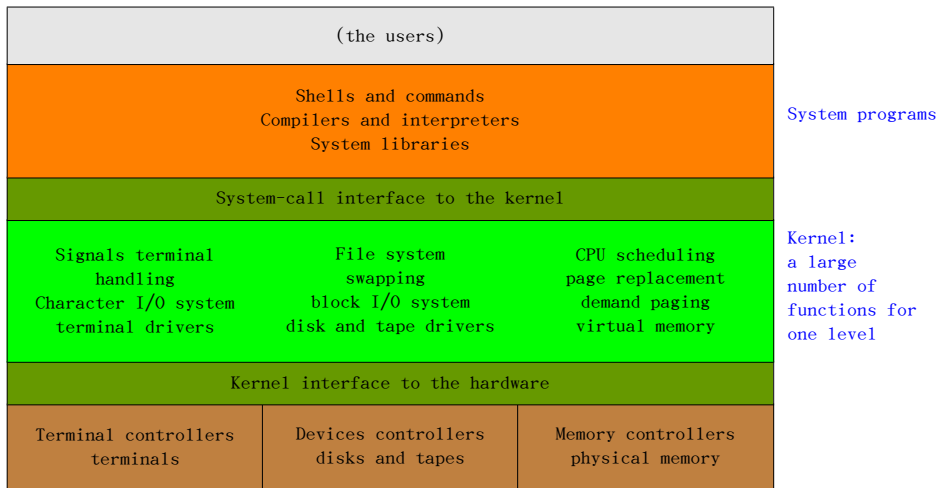
- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

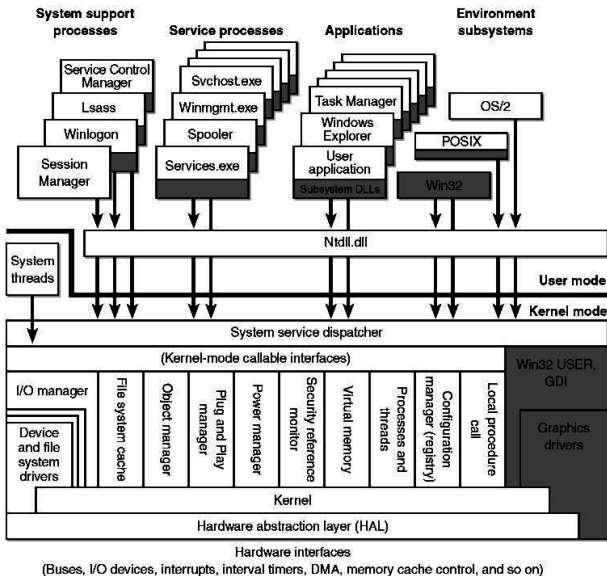
操作系统的层次模型

- 什么是层次模型(layered modularization)?
- 是一种经典的操作系统的结构模型 【汤】
 - 最高层：接口
 - 中间层：对对象进行操纵和管理的软件集合
 - 最底层：OS操纵和管理的对象，包括各类软硬件资源
- 以Linux，Windows和嵌入式操作系统RTEMS为例

举例：类UNIX操作系统的经典体系结构图

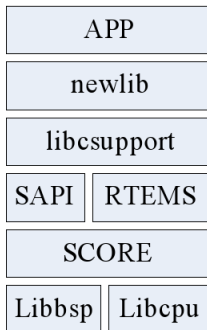


举例：Windows操作系统的经典体系结构图



举例：RTEMS体系结构

- RTEMS：一种微内核抢占式实时操作系统
 - 现在：
Real Time Executive for Multiprocessor Systems；
 - 最早：Real Time Executive for Missile Systems
 - 后来：Real Time Executive for Military Systems
- 4.0.0核心代码约9万行，目前最新版本为4.11
- 维护网站：<https://www.rtems.org/>



Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

操作系统的发展动力

- 操作系统形成至今(1956 GM OS & GM-NAA I/O-)，出现了上百种操作系统
 - 大型机、小型机、微机、嵌入式、实时、分布等等
- 推动操作系统发展的主要动力有4个方面【汤】：
 - ① 不断提高计算机资源利用率的需要
 - ② 方便用户
 - ③ 器件的不断更新换代
 - ④ 计算机体系结构的不断发展
- 历程：
 - 无OS时代→批处理系统→分时系统→实时系统→PC→分布式和并行系统→嵌入→移动系统→ …

操作系统的发展动力

- 操作系统形成至今(1956 GM OS & GM-NAA I/O-)，出现了上百种操作系统

- List of operating systems:

- FMS (FORTRAN Monitor System, FORTRAN监控系统)
- OS/360 (IBM为系列机360配备的操作系统)
- CTSS (Compatible Time Sharing System)
- MULTICS (MULTiplexed Information and Computer Service)
- UNIX类、Linux
- CP/M
- Windows、Macintosh
- Mach
- VxWorks、嵌入式Linux系列、uC/OS-II、RTEMS
- …… (List of OSes)

- 推动操作系统发展的主要动力有4个方面【汤】：

- ① 不断提高计算机资源利用率的需要
- ② 方便用户
- ③ 器件的不断更新换代
- ④ 计算机体系结构的不断发展

- 历程：

- 无OS时代→批处理系统→分时系统→实时系统→PC→分布式和并行系统→
嵌入→移动系统→…

操作系统的发展动力

- 操作系统形成至今(1956 GM OS & GM-NAA I/O-)，出现了上百种操作系统

- 本实验室操作系统方面的研究工作

- 基于服务体/执行流模型的操作系统：MiniCore
- 安全操作系统
- 分布式操作系统
- 可重构混成操作系统
- 车控操作系统
- 机器狗操作系统
-

- 推动操作系统发展的主要动力有4个方面【汤】：

- ① 不断提高计算机资源利用率的需要
- ② 方便用户
- ③ 器件的不断更新换代
- ④ 计算机体系结构的不断发展

- 历程：

- 无OS时代→批处理系统→分时系统→实时系统→PC→分布式和并行系统→嵌入→移动系统→ ...

操作系统的发展动力

- 操作系统形成至今(1956 GM OS & GM-NAA I/O-)，出现了上百种操作系统
- 推动操作系统发展的主要动力有4个方面【汤】：
 - ❶ 不断提高计算机资源利用率的需要
 - ❷ 方便用户
 - ❸ 器件的不断更新换代
 - ❹ 计算机体系结构的不断发展
- 历程：
 - 无OS时代→批处理系统→分时系统→实时系统→PC→分布式和并行系统→嵌入→移动系统→ …

操作系统的发展动力

- 操作系统形成至今(1956 GM OS & GM-NAA I/O-)，出现了上百种操作系统
- 推动操作系统发展的主要动力有4个方面【汤】：
 - ❶ 不断提高计算机资源利用率的需要
 - ❷ 方便用户
 - ❸ 器件的不断更新换代
 - ❹ 计算机体系结构的不断发展
- 历程：
 - 无OS时代→批处理系统→分时系统→实时系统→PC→分布式和并行系统→嵌入→移动系统→ …

The Development Process of Operating Systems

- ① 1945~1955, 无操作系统时期

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统
 - ❶ 单道批处理系统(simple batch processing)

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统
 - ❶ 单道批处理系统(simple batch processing)
 - ❷ 多道批处理系统(multiprogramming system)

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统
 - ❶ 单道批处理系统(simple batch processing)
 - ❷ 多道批处理系统(multiprogramming system)
- ❸ 1965~1980, 分时系统(Time-sharing system)

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统
 - ❶ 单道批处理系统(simple batch processing)
 - ❷ 多道批处理系统(multiprogramming system)
- ❸ 1965~1980, 分时系统(Time-sharing system)
- ❹ 1980~, 百花齐放

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统
 - ❶ 单道批处理系统(simple batch processing)
 - ❷ 多道批处理系统(multiprogramming system)
- ❸ 1965~1980, 分时系统(Time-sharing system)
- ❹ 1980~, 百花齐放
 - 实时系统(Real-Time system)

The Development Process of Operating Systems

- ❶ 1945~1955, 无操作系统时期
- ❷ 1955~1965, 批处理系统
 - ❶ 单道批处理系统(simple batch processing)
 - ❷ 多道批处理系统(multiprogramming system)
- ❸ 1965~1980, 分时系统(Time-sharing system)
- ❹ 1980~, 百花齐放
 - 实时系统(Real-Time system)
 - 其他操作系统: 分布式、并行、安全、...

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

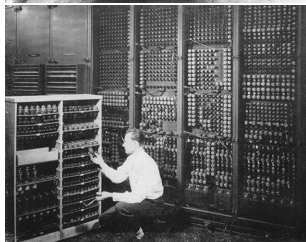
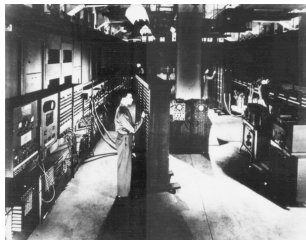
4 作业、实验和小结

History of the OS(1945~1955, 无操作系统)

- Tube-based (电子管)

- ENIAC

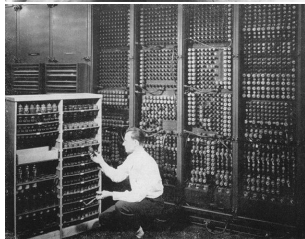
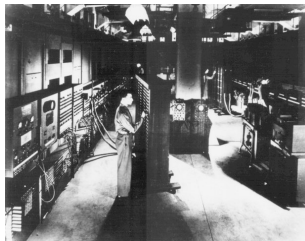
- 17,468 vacuum tubes
 - 5,000 additions/sec,
 - 1800 square feet, 30 tons



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

History of the OS(1945~1955, 无操作系统)

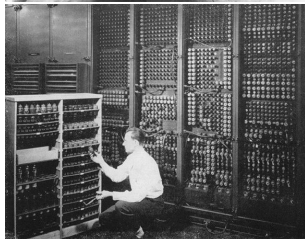
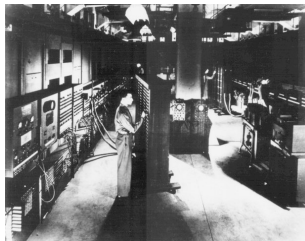
- Tube-based (电子管)
- Program are hardwired on plug boards
- One program at a time, Need professional operator
 - User VS. operator
- Only useful to Numerical calculations



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

History of the OS(1945~1955, 无操作系统)

- Tube-based (电子管)
- Program are hardwired on plug boards
- One program at a time, Need professional operator
- Only useful to Numerical calculations
- No OS at all !
 - Manual system (人工操作)



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

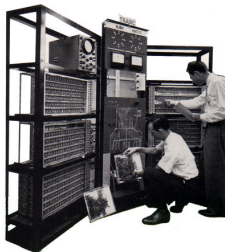
3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

History of the OS(1955~1965, 批处理系统)

- Transistor based (晶体管)
- Jobs on cards or tapes
 - Job (作业)
 - Control cards
- Language:
 - ASM
 - High level language
 - FORTRAN, ALGOL, COBOL
- Applications
 - Scientific APPs & Engineering APPs
- Batch system



1954年, 美国贝尔实验室, 第一台晶体管计算机TRADIC



TX-0, MIT林肯实验室, 1956, 它将键盘、打印机、磁带阅读机和打孔机集成在一起, 操作员可以通过键盘编程, 生成印好的磁带后直接输入机器; 配有一台可编程显示器。

专题1：Batch system，批处理系统

- 批处理系统概述
- 专题1.1：单道批处理系统
- 专题1.2：脱机IO
- 专题1.3：多道批处理系统

批处理系统的工作方式

- ❶ 用户 (user) 将作业 (job) 交给系统操作员 (operator)
- ❷ 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
 - 作业是成批的(batched)
- ❸ 启动操作系统
- ❹ 系统自动、依次执行每个作业
- ❺ 由操作员将作业结果交给用户

批(batch)的含义：

- 供一次加载的磁带或磁盘，通常由若干个作业组装而成，在处理中使用一组相同的系统软件

- 批处理系统中作业的组成：
 - 用户程序 + 数据 + 作业说明书（作业控制语言）
- 批作业处理：对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，生成可执行程序；启动执行；执行结果输出

批处理系统经历了两个阶段

1. Simple batch systems, 单道批处理系统

2. Multiprogramming systems, 多道批处理系统

专题1.1：单道批处理系统

- 单道批处理系统简介
- 单道批处理系统的工作过程
- 单道批处理系统的分析

单道批处理系统(simple batch system)

- **Input devices**: card readers, tape drives
- **Output devices**: line printers, card punches and tape drives
- Operator **BATCH** similar jobs to speed up processing
 - User VS. operator
 - Compare to : Manual system
- **Monitor** (OS) , load program and execute
 - Always resident in memory
 - **FIFO**: Transfer control automatically from one job to the next
- **Only One Job in Memory at a time**

单道批处理系统(simple batch system)

- **Input devices**: card readers, tape drives
- **Output devices**: line printers, card punches and tape drives
 - Line printers(行式打印机)
 - **Card punches(打孔机)**: A computer-actuated punch or a hand punch that punches holes in a punch card or punched card.
- Operator **BATCH** similar jobs to speed up processing
 - User VS. operator
 - Compare to : Manual system
- **Monitor (OS)** , load program and execute
 - Always resident in memory
 - **FIFO**: Transfer control automatically from one job to the next
- **Only One Job in Memory at a time**

单道批处理系统(simple batch system)

- **Input devices**: card readers, tape drives
- **Output devices**: line printers, card punches and tape drives
- Operator **BATCH** similar jobs to speed up processing
 - User VS. operator
 - Compare to : Manual system
- **Monitor** (OS) , load program and execute
 - Always resident in memory
 - **FIFO**: Transfer control automatically from one job to the next
- **Only One Job in Memory at a time**

单道批处理系统(simple batch system)

- **Input devices**: card readers, tape drives
- **Output devices**: line printers, card punches and tape drives
- Operator **BATCH** similar jobs to speed up processing
 - User VS. operator
 - Compare to : Manual system
- **Monitor** (OS) , load program and execute
 - Always resident in memory
 - **FIFO**: Transfer control automatically from one job to the next
- Only One Job in Memory at a time

单道批处理系统(simple batch system)

- **Input devices**: card readers, tape drives
- **Output devices**: line printers, card punches and tape drives
- Operator **BATCH** similar jobs to speed up processing
 - User VS. operator
 - Compare to : Manual system
- **Monitor** (OS) , load program and execute
 - Always resident in memory
 - **FIFO**: Transfer control automatically from one job to the next
- **Only One Job in Memory at a time**

单道批处理系统的工作过程

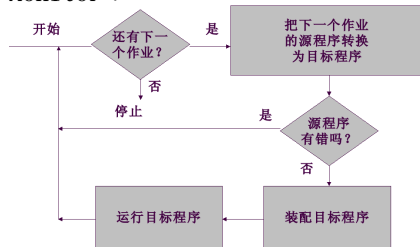
● 处理过程

- 监督程序 (monitor)
- 系统对作业的处理都是成批进行的、且内存中始终只保持一道作业。
- 批处理系统的引入是为了
提高系统资源的利用率和吞吐量

● 特征

- 自动性、顺序性、单道性

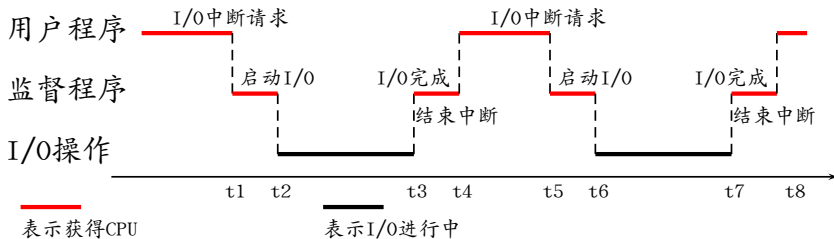
Monitor :



单道程序运行情况

用户进程的行为序列：

执行 \rightarrow I/O \rightarrow 执行 \rightarrow I/O \rightarrow ... \rightarrow 执行 \rightarrow I/O \rightarrow 执行



单道批处理系统分析

Analysis

- Serial Card reader: Jobs execute one by one
- Mechanical I/O device: poor speed
 - CPU速度与I/O速度之间的矛盾
 - CPU: thousands of instructions/sec VS. Card reader: 20 cards/sec
 - CPU is often idle → CPU utilization is LOW

解决问题的办法：引入的新技术和成果

- Off-line I/O (脱机I/O)
 - a cheaper system reads from cards into tapes
- 磁盘(Disk)
 - Allowed OS to keep all jobs on a disk
 - With direct access to several jobs
Could do Job scheduling to use resources and perform task efficiently
 - Multiprogramming (多道程序) → CPU utilization(利用率) ↑

单道批处理系统分析

Analysis

- Serial Card reader: Jobs execute one by one
- Mechanical I/O device: poor speed
 - CPU速度与I/O速度之间的矛盾
 - CPU: thousands of instructions/sec VS. Card reader: 20 cards/sec
 - CPU is often idle → CPU utilization is LOW

解决问题的办法：引入的新技术和成果

- Off-line I/O (脱机I/O)
 - a cheaper system reads from cards into tapes
- 磁盘(Disk)
 - Allowed OS to keep all jobs on a disk
 - With direct access to several jobs
Could do Job scheduling to use resources and perform task efficiently
 - Multiprogramming (多道程序) → CPU utilization(利用率) ↑

专题1.2：脱机I/O

脱机I/O （时间：50年代末 ）

- 目的：解决人机矛盾和CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾
- 方法：利用低速的外围机进行，纸带（卡片）→磁带（磁盘）
- 脱机的内涵：
程序和数据都在脱离主机控制下，
由外围机控制完成。

脱机I/O （时间：50年代末）

- 目的：解决人机矛盾和CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾

人机矛盾：人工操作方式与机器利用率的矛盾

- 方法：利用低速的外围机进行，纸带（卡片）→磁带（磁盘）

- 脱机的内涵：

程序和数据都在脱离主机控制下，
由外围机控制完成。

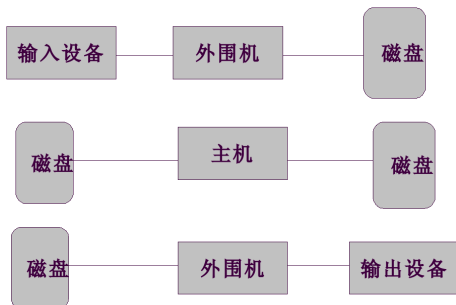
脱机I/O（时间：50年代末）

- 目的：解决人机矛盾和CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾
- 方法：利用低速的外围机进行，纸带（卡片）→磁带（磁盘）
- 脱机的内涵：
程序和数据都在脱离主机控制下，
由外围机控制完成。

脱机I/O

脱机I/O （时间：50年代末）

- 目的：解决人机矛盾和CPU与I/O设备之间速度不匹配的矛盾
- 方法：利用低速的外围机进行，纸带（卡片）→磁带（磁盘）



- 脱机的内涵：
程序和数都在脱离主机控制下，
由外围机控制完成。

专题1.3：多道批处理系统

- 多道批处理系统的概念和工作过程
- 多道程序对操作系统的功能需求
- 多道批处理系统的分析

多道批处理系统(multiprogramming system)

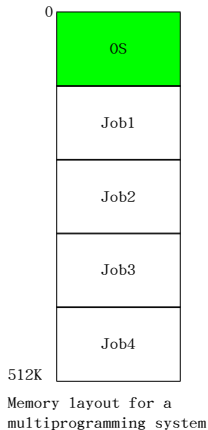
- **多道**：系统中同时驻留多个作业
 - **共享内存**
 - **复用CPU**：
当一个作业因某个原因暂停运行时，
切换到另一个作业上运行

- 多道引入的优点：

- 提高CPU利用率
- 提高内存和I/O设备利用率
- 提高了系统吞吐量

- **特征**

- 多道性、
- 无序性、
- 调度性（作业调度、进程调度）



多道批处理系统(multiprogramming system)

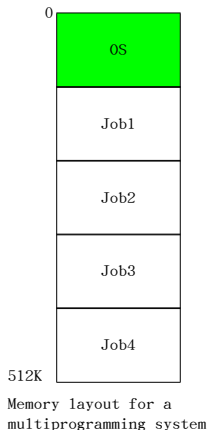
- **多道**：系统中同时驻留多个作业
 - **共享内存**
 - **复用CPU**：
当一个作业因某个原因暂停运行时，
切换到另一个作业上运行

- **多道引入的优点**：

- 提高CPU利用率
- 提高内存和I/O设备利用率
- 提高了系统吞吐量

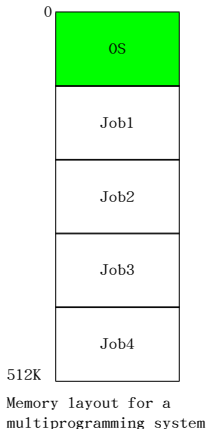
- **特征**

- 多道性、
- 无序性、
- 调度性（作业调度、进程调度）

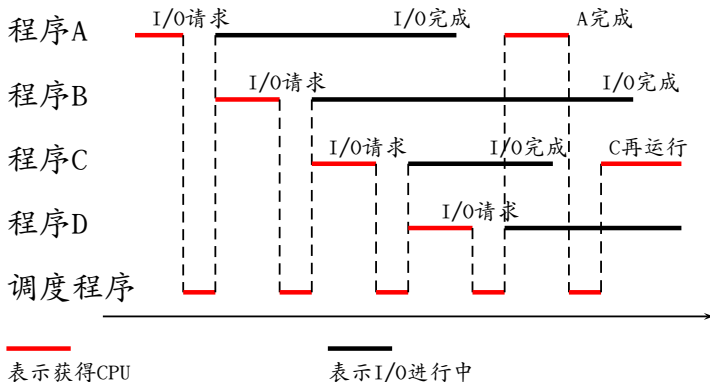


多道批处理系统(multiprogramming system)

- **多道**：系统中同时驻留多个作业
 - **共享内存**
 - **复用CPU**：
当一个作业因某个原因暂停运行时，
切换到另一个作业上运行
- 多道引入的优点：
 - 提高CPU利用率
 - 提高内存和I/O设备利用率
 - 提高了系统吞吐量
- **特征**
 - ① **多道性**、
 - ② **无序性**、
 - ③ **调度性**（作业调度、进程调度）



多道程序运行情况（四道时）



多道程序对操作系统的功能需求

- Job Scheduling

- How many & which jobs entered memory

- Memory management

- where & how much memory: the system must allocate the memory to several jobs.
 - Memory protection for each job

- CPU scheduling

- Which job in memory(job pool) would get the CPU
 - Job and CPU scheduling makes up 2-phrase of scheduling

- I/O routine supplied by the system.

- Allocation of devices.

多道批处理系统分析

- When the job have to wait for some task, such as an I/O op. to complete
 - Single Batch System: CPU→idle
 - Multiprogramming system: CPU→switch to another job and execute(CPU is never idle)
- Advantages
 - Higher CPU, I/O, Memory Utilization
 - Higher system throughput
- Disadvantages
 - No User interaction with computer
 - Job time too long (why?)
 - Simple batch system VS. Multiprogramming system

多道批处理系统分析

- When the job have to wait for some task, such as an I/O op. to complete
 - Single Batch System: CPU→idle
 - Multiprogramming system: CPU→switch to another job and execute(CPU is never idle)
- Advantages
 - Higher CPU, I/O, Memory Utilization
 - Higher system throughput
- Disadvantages
 - No User interaction with computer
 - Job time too long (why?)
 - Simple batch system VS. Multiprogramming system

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

History of the OS(1965~1980，引入分时)

- IC circuits (集成电路)
 - LSI,VLSI
- UNIX
- More Applications
- OS
 - Multiprogramming batch systems ↑
 - Time-sharing systems (分时系统)

专题2：分时系统

- 分时系统的需求及其解决
- 经典案例
- 分时系统下的工作方式
- 关键技术、设计目标和实现



MIT CTSS



IBM709

Time-sharing system 分时系统

- 需求 : User need interaction with computer
 - Response time < 1 sec
- 解决方法 :
 - Share CPU by time pieces (时间片)
 - Time-sharing (multitasking)
- Users share Main frame
 - One main frame VS. Multi users & Multi terminal
- Time-sharing system is a logical extension of multiprogramming.
- 经典操作系统 : MULTICS、UNIX

经典案例：UNIX

- 一群计算机迷 在贝尔实验室开发出UNIX
- 初衷：可以在一台无人使用的DEC PDP-7 小型计算机上玩星际探险游戏
- Ken Thompson, Dennis Ritchie 1983年图灵奖获得者 1999年4月
美国国家技术金奖



汤普逊和里奇在DEC PDP-7计算机旁工作

分时系统下的工作方式

- 一台主机连接了若干个终端，每个终端有一个用户在使用
 - 交互式的向系统提出命令请求
 - 系统接受每个用户的命令
 - 采用时间片轮转方式处理服务请求
 - 通过交互方式在终端上向用户显示结果
 - 用户根据上步结果发出下道命令

分时系统的关键技术

- Receive input in time (及时接收)
- Process in time (及时处理)
- 解决思路：
 - Mutual job (交互作业) always in memory
 - Time pieces
- 分时系统的特征
 - 多路性、独立性、及时性、交互性

分时系统的设计目标

- 分时操作系统所追求的设计目标：
 - 及时响应，其依据是响应时间
- 响应时间：
 - 从终端发出命令到系统给予回答所经历的时间
- 影响响应时间的因素：
 - 机器处理能力
 - 请求服务的时间长短
 - 系统中连接的终端数目
 - 服务请求的分布
 - 调度算法（时间片的选取）

分时系统的实现

- 单道与分时的结合：
 - 单道分时
- 分时与批处理相结合：
 - 原则：分时优先，批处理在后
 - 具有前后台的分时：
 - “前台”：需频繁交互的作业
 - “后台”：时间性要求不强的作业
- 分时与多道相结合
 - 多道分时

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

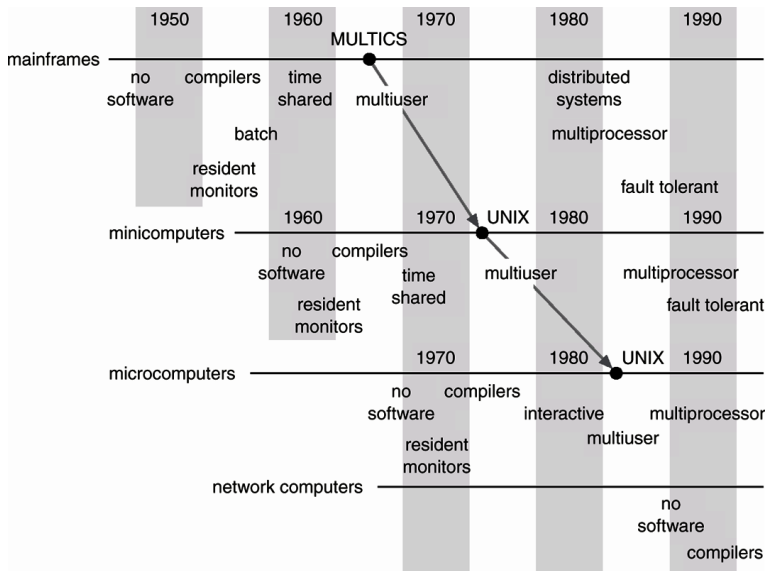
- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

History of the OS(1980~now, 百花齐放)

- Development of Computer architecture (图)
 - 32bits→64bits
 - Workstations and PCs
 - Parallel processors
 - Computer networks
 - Cluster
- Special purpose computer system Types
 - Parallel systems
 - Real-time systems
 - Embedded systems
 - Distributed systems

Migration of OS Concepts and Features



专题3：实时系统

- 实时系统
- 实时任务的分类
- 实时系统的实现和应用
- 实时系统与批处理系统、分时系统的比较

- 通常在一些专门的应用中，用来控制设备

- 这种系统往往具有及时响应的时间限制

- 严格 vs. 不严格

- 定义：

实时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的操作系统

- 按领域分类：

- 第一类：实时过程控制
 - 第二类：实时通信（信息）处理

实时任务的分类

- 按任务执行是否呈现周期性来划分
 - 周期性的，有规律；
 - 非周期性的，无规律，但有截止时间
 - 开始截止时间 vs. 完成截止时间
- 根据对截止时间的要求来划分
 - 硬实时任务 vs. 软实时任务
- 实时操作系统追求的设计目标：
 - 满足实时性要求：
对外部请求在严格时间范围内作出反应
 - 高可靠性

实时系统的实现和应用

- 硬实时系统：Hard real-time system
 - Secondary storage limited or absent, data stored in short-term memory, or read-only memory (ROM)
 - Conflicts with time-sharing systems, not supported by general-purpose operating systems
- 软实时系统：Soft real-time system
 - Limited utility in industrial control or robotics
 - Useful in applications (multimedia, virtual reality) requiring advanced operating-system features
- 典型：VxWorks、QNX、RTEMS

实时系统与批处理系统和分时系统的区别

- 专用系统：

- 许多实时系统是专用系统，而批处理与分时系统通常是通用系统

- 实时控制：

- 实时系统用于控制实时过程，要求对外部事件的迅速响应，具有较强的中断处理机构

- 高可靠性：

- 实时系统用于控制重要过程，要求高度可靠，具有较高冗余（如双机系统）

- 事件驱动和队列驱动：

- 实时系统的工作方式：
接受外部消息，分析消息，调用相应处理程序进行处理。

实时、分时的比较

- 多路性：相同
- 独立性：相同
- 及时性：实时系统要求更高
- 交互性：分时系统交互性更强
- 可靠性：实时系统要求更高

- 到目前为止，介绍了**三种最基本的操作系统类型**【汤】
 - ❶ 批处理系统
 - ❷ 分时系统
 - ❸ 实时系统
- 一个实际的操作系统，往往兼有上述三种基本操作系统类型的功能
- 下面简单介绍其他类型的操作系统

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

- Personal computers (PCs)
 - 计算机为单用户服务
- I/O devices 键盘、鼠标、显示器、打印机
- PC系统所追求的设计目标是：
 - 界面友好，使用方便 (User convenience & responsiveness)，
有丰富的应用软件
 - 不必过于追求CPU利用率

常见的PC system用的操作系统

- OS

- MS-DOS
- OS/2
- Microsoft windows ...
 - NT, 95, 98, 2000, xp, windows me, Win7, Win8, windows vista
- Apple Macintosh
- Linux (...)
- ...

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

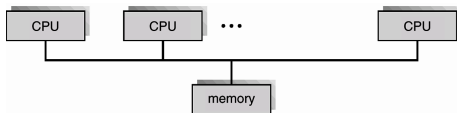
- Personal-Computer Systems
- **Parallel Systems**
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

- Multiprocessor systems with more than one CPU in close communication
- Tightly coupled system 紧耦合系统
 - processors share memory and a clock; communication usually takes place through the shared memory
- 优点:
 - Increased throughput
 - Economical
 - Increased reliability
 - graceful degradation
 - fail-soft systems

并行系统(Cont.)

- Symmetric multiprocessing (SMP, 对称多处理器)
 - Each processor runs an identical copy of the operating system.
 - Many processes can run at once without performance deterioration.



- 现在的大多数通用操作系统都支持SMP，例如Linux、UNIX、Windows

- Asymmetric multiprocessing 非对称多处理 ASMP
 - Each processor is assigned a specific task; master processor schedules and allocates work to slave processors.
 - More common in extremely large systems

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- **Distributed Systems**
- Embedded System

4 作业、实验和小结

- 分布式系统：处理和控制的分散
- Loosely coupled system 松耦合系统
 - each processor has its own local memory; processors communicate with one another through various communications lines, such as high-speed buses or telephone lines
- Advantages of distributed systems
 - Resources Sharing 资源共享
 - Computation speed up — load sharing 负载均衡
 - Reliability 可靠
 - Communications 通信

分布式系统上的操作系统

- Network Operating System 网络操作系统
 - provides file sharing
 - provides communication scheme
 - runs independently from other computers on the network
- Distributed Operating System 分布式操作系统
 - less autonomy between computers
 - gives the impression there is a single operating system controlling the network 单一映像

Outline

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

- 嵌入式系统是在各种设备、装置或系统中，完成特定功能的软硬件系统
 - 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
- 由于它们被嵌入在各种设备、装置或系统中，因此称为嵌入式系统
- 嵌入式系统具有最广泛的应用

- 嵌入式操作系统与通用操作系统有很大不同
 - Small size、Low power
 - Special environment, special function
 - 开发方式也不同
 - 交叉开发
 - Host, simulator VS. target
- 经典：VxWorks、嵌入式Linux系列、RTEMS、WindowsCE、PalmOS

1 阅读至少2本操作系统相关书籍，

- 给出这些书中关于操作系统的定义，要列出出处。
- 阐明操作系统的公共设计目标和某些操作系统特有的设计目标，要列出出处。
- 阐明操作系统的作用，要列出出处。

2 操作系统的基本类型是哪三种？它们的关键技术有哪些？



多道程序设计的主要优点是什么？多道程序对操作系统的功能需求有哪些？

视频作业（可选）

- 请制作一个小视频，介绍不同人群对“什么是操作系统”的理解。

实验一（必做）

● 安装虚拟机

- 在虚拟机(VirtualBox)上安装一款Linux发行版操作系统（推荐Ubuntu/KUbuntu，或按助教指定）
- 熟悉Linux下的软件安装方法
- 安装一个可用的集成开发环境（推荐：eclipse CDT）和GCC编译工具链（大多自带）
- 学会编写简单的shell脚本
- 注意：为防止数据因重装系统丢失，建议将数据与系统分开管理

● 1人1组

- 检查方法和要求：
提交详细的安装说明书，要求列出遇到的困难和解决的方法
- 提交报告的时间：以邮件发送时间为准
- 截止时间：待定

小结

1 What is OS?

- 操作系统的定义和目标
- Roles of operating system
- 操作系统的层次模型

2 The Development Process of Operating Systems

- 操作系统的发展动力
- 1945~1955, 无操作系统
- 1955~1965, 批处理系统
- 1965~1980, 引入分时
- 1980~now, 百花齐放

3 其他操作系统

- Personal-Computer Systems
- Parallel Systems
- Distributed Systems
- Embedded System

4 作业、实验和小结

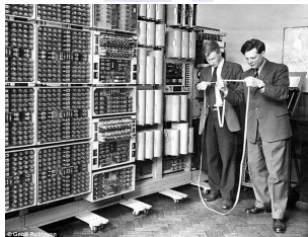
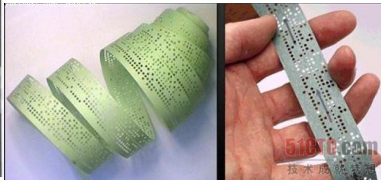
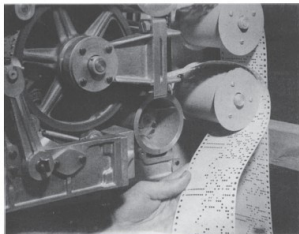
谢谢！

资料：穿孔卡片等



穿孔卡片(punched card)：在硬纸板上打孔以记录信息的工具。（图：IBM12行80列穿孔卡）

资料：穿孔纸带机等



上世纪60年代，科学家在检查电脑“哈维尔”上的穿孔纸带
阅读“世界最老电脑”修后重启 比iphone慢800万倍

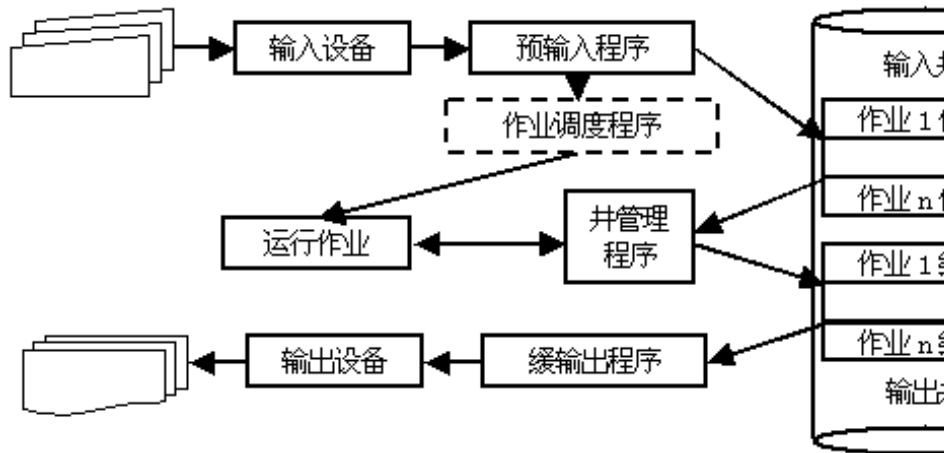
专题1.2：SPooling技术

- 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——假脱机技术)
- 基本思想：
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

- 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——假脱机技术)
- 基本思想：
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

- 作业进入到磁盘上的输入井
- 按某种调度策略选择几种搭配得当的作业，并调入内存
- 作业运行的结果输出到磁盘上的输出井
- 结果从磁盘上的输出井送到打印机
- 使用进程代替外围机

SPOOLing系统的组成示意图



(From: <http://course.cug.edu.cn/cug/OS2.0a/study/chapter7/7.6.htm>)