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

May 31, 2017

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。

Outline

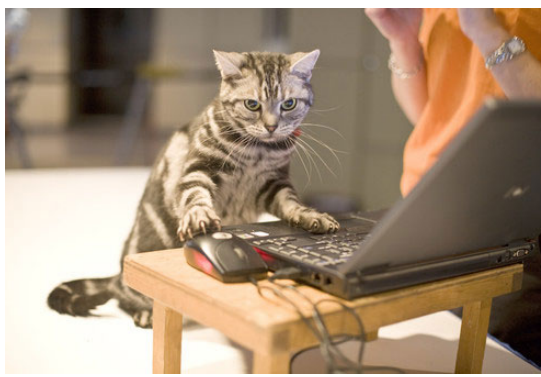
What is OS?

- What is operating system(操作系统, OS)?
- What operating system do?

An operating system acts as an intermediary between the user of a computer and the computer hardware. The purpose of an operating system is to provide an environment in which a user can execute programs in a convenient and efficient manner. An operating system is software that manages the computer hardware.
(From 9th edition).

What is OS?

- 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.

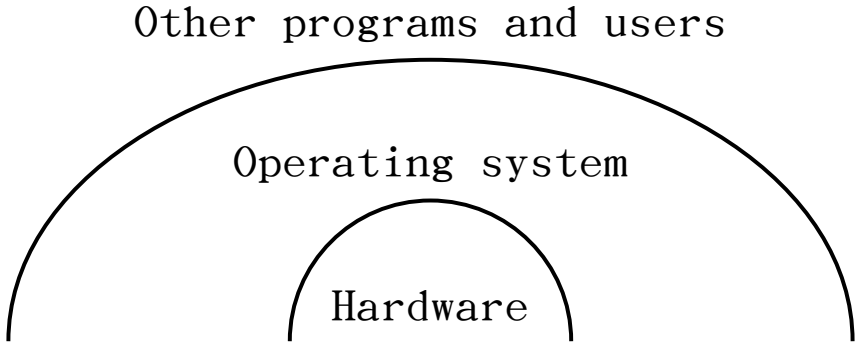


Outline

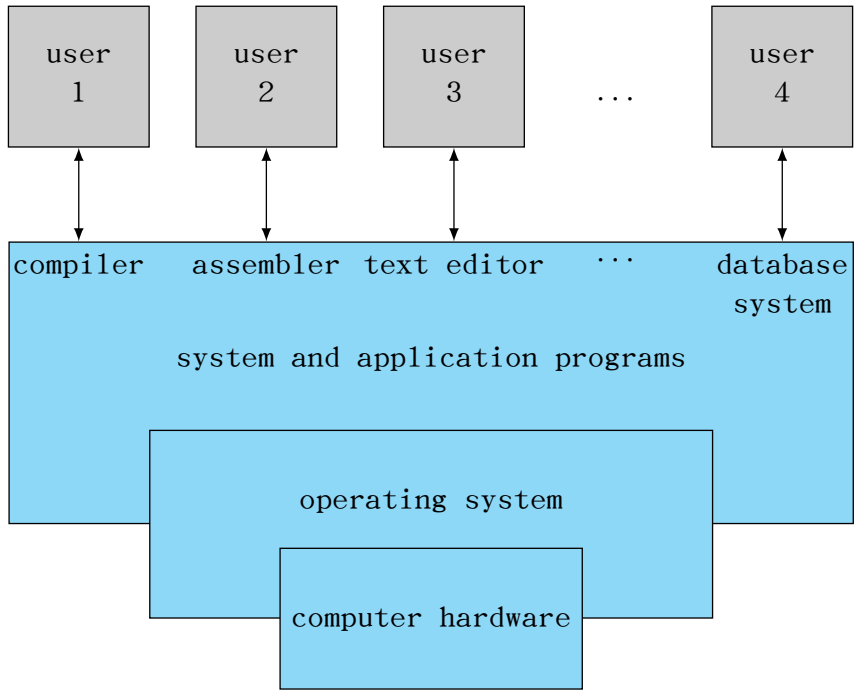
Components of Computer System: viewpoint 1

Viewpoint 1: Computer system = hardware + software (+data)

- Operating System is the first software layer on the phsical hardwares, and can be viewed as the first expansion of computer hardware system.
- All applications running in the OSes, more or less, directly or indirectly, call the OS functions. For example, the simplest program "helloworld".



Components of Computer System: viewpoint 2

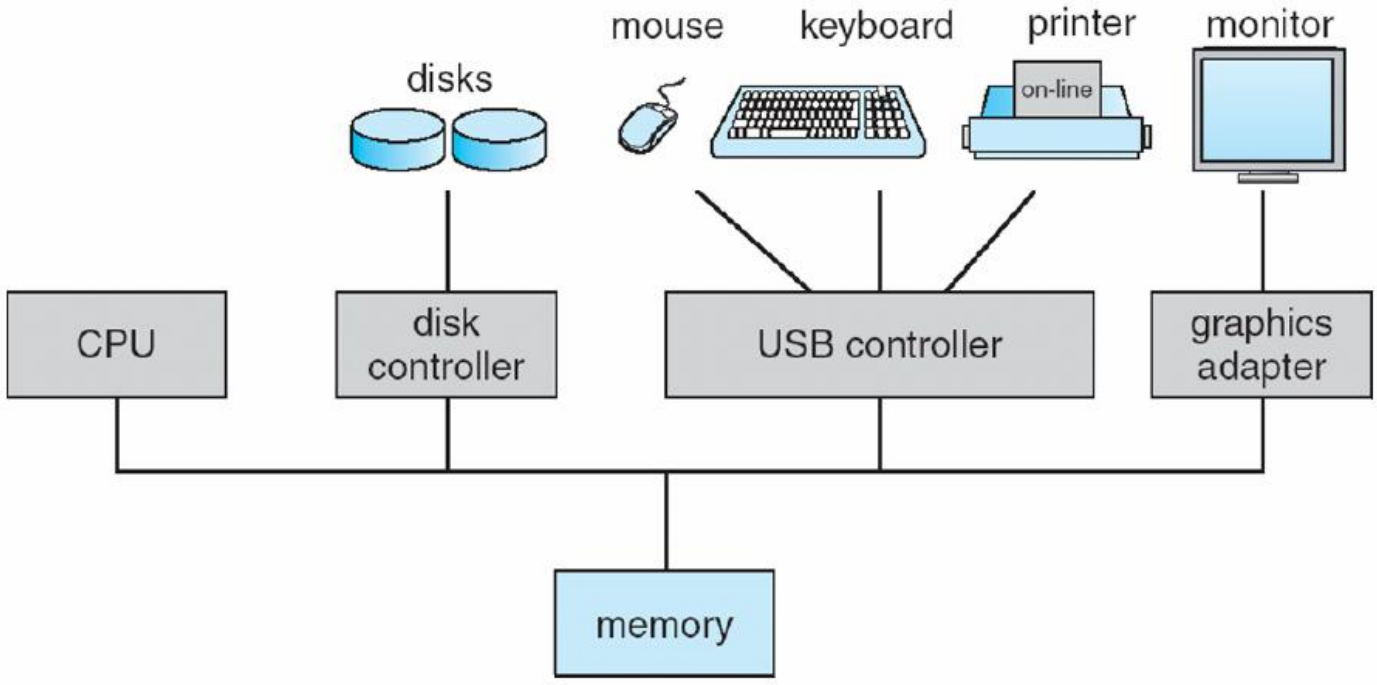


Viewpoint 2: Computer system = hardware + os + applications + users

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 are the operating systems that you know?

- Windows series, Unix series, SUN Sorlaris, FreeBSD, Apple Mac OS, Linux series, ...
- A variety of real-time, non-real-time, embedded OSes
  - μC/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 are the operating systems that you know?

- Windows series, Unix series, SUN Sorlaris, FreeBSD, Apple Mac OS, Linux series, ...
- A variety of real-time, non-real-time, embedded OSes
  - μC/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、合理地对各类作业
   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、合理地对各类作业
   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、合理地对各类作业
   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、合理地对各类作业
   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、合理地对各类作业
   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. convenience(方便性)
     - Execute user programs and make solving user problems easier
     - Make the computer system convenient to use
  2. Effectiveness(有效性)
     - Use the computer hardware in an efficient manner （提高软硬件资源的利用率）
  3. Extensibility(可扩充性)
     - 适应软硬件的发展需求
  4. openness(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. convenience(方便性)
     - Execute user programs and make solving user problems easier
     - Make the computer system convenient to use
  2. Effectiveness(有效性)
     - Use the computer hardware in an efficient manner （提高软硬件资源的利用率）
  3. Extensibility(可扩充性)
     - 适应软硬件的发展需求
  4. openness(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. convenience(方便性)
     - Execute user programs and make solving user problems easier
     - Make the computer system convenient to use
  2. Effectiveness(有效性)
     - Use the computer hardware in an efficient manner （提高软硬件资源的利用率）
  3. Extensibility(可扩充性)
     - 适应软硬件的发展需求
  4. openness(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. convenience(方便性)
     - Execute user programs and make solving user problems easier
     - Make the computer system convenient to use
  2. Effectiveness(有效性)
     - Use the computer hardware in an efficient manner （提高软硬件资源的利用率）
  3. Extensibility(可扩充性)
     - 适应软硬件的发展需求
  4. openness(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. convenience(方便性)
     - Execute user programs and make solving user problems easier
     - Make the computer system convenient to use
  2. Effectiveness(有效性)
     - Use the computer hardware in an efficient manner （提高软硬件资源的利用率）
  3. Extensibility(可扩充性)
     - 适应软硬件的发展需求
  4. openness(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. convenience(方便性)
     - Execute user programs and make solving user problems easier
     - Make the computer system convenient to use
  2. Effectiveness(有效性)
     - Use the computer hardware in an efficient manner （提高软硬件资源的利用率）
  3. Extensibility(可扩充性)
     - 适应软硬件的发展需求
  4. openness(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。

Outline

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。

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
3. 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

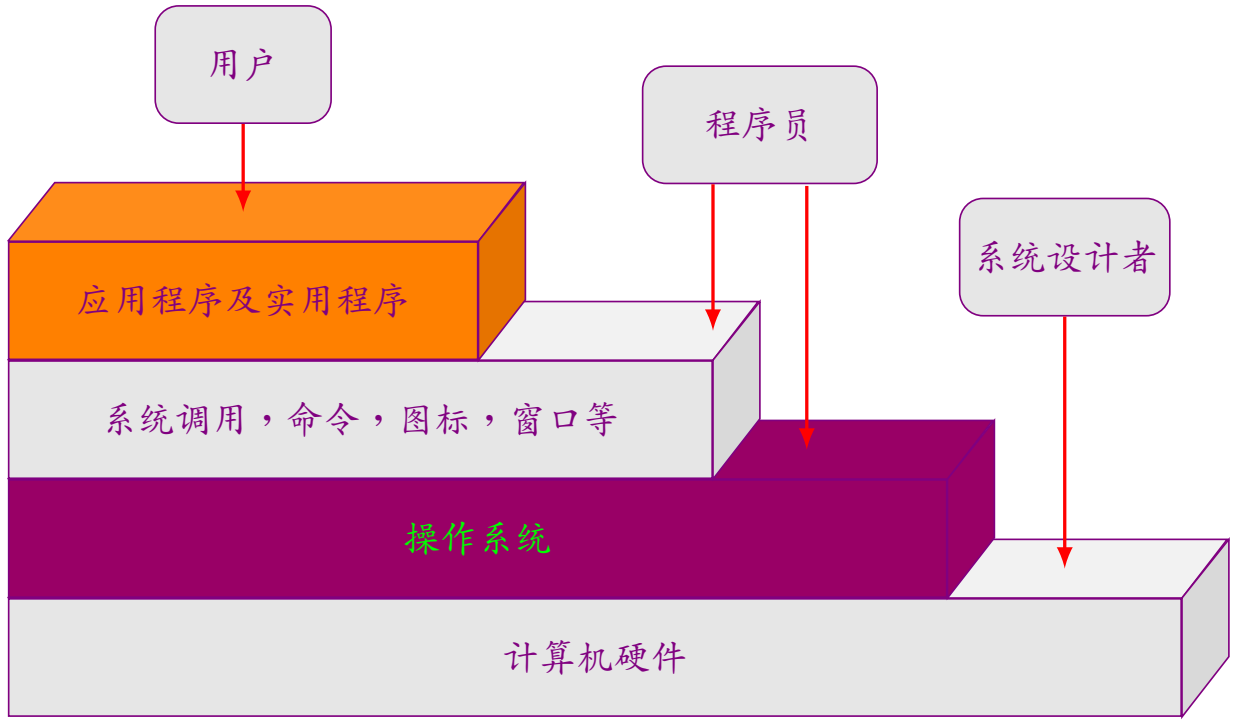
- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。

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
3. 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
3. 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
   - 虚拟机：覆盖了软件的机器

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。

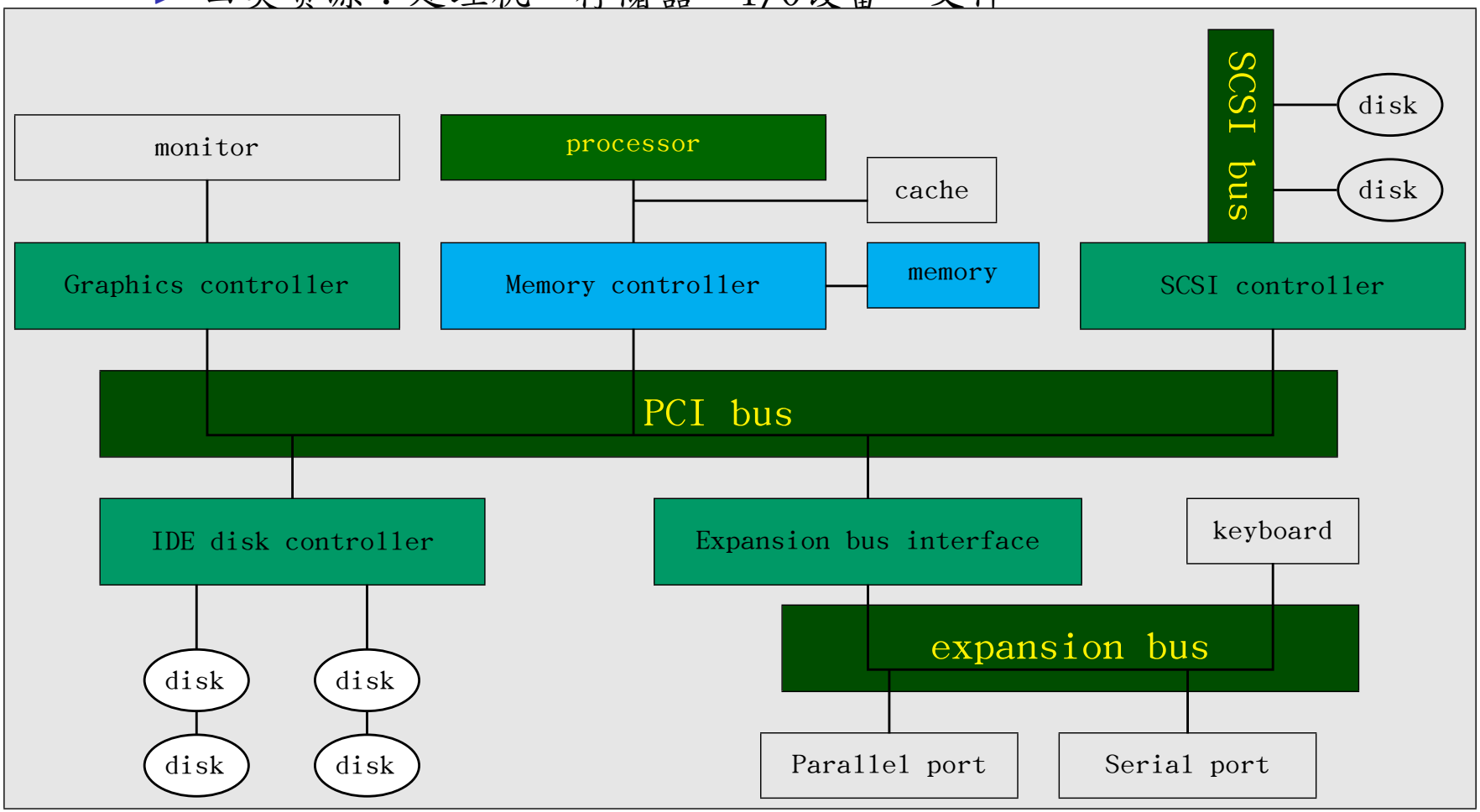
1. 用户与计算机硬件系统之间的接口(interface)
   - 命令接口(Command Line Interface, CLI)、
     图形用户接口(Graphical User Interface, GUI)
   - 编程接口（系统调用接口(system call)）
2. 计算机资源的管理者(resource allocator)
   - 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件
3. 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
   - 虚拟机：覆盖了软件的机器
   - 层次性

Roles of operating system

- 对操作系统作用的理解，有不同的观点【汤】。

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】。

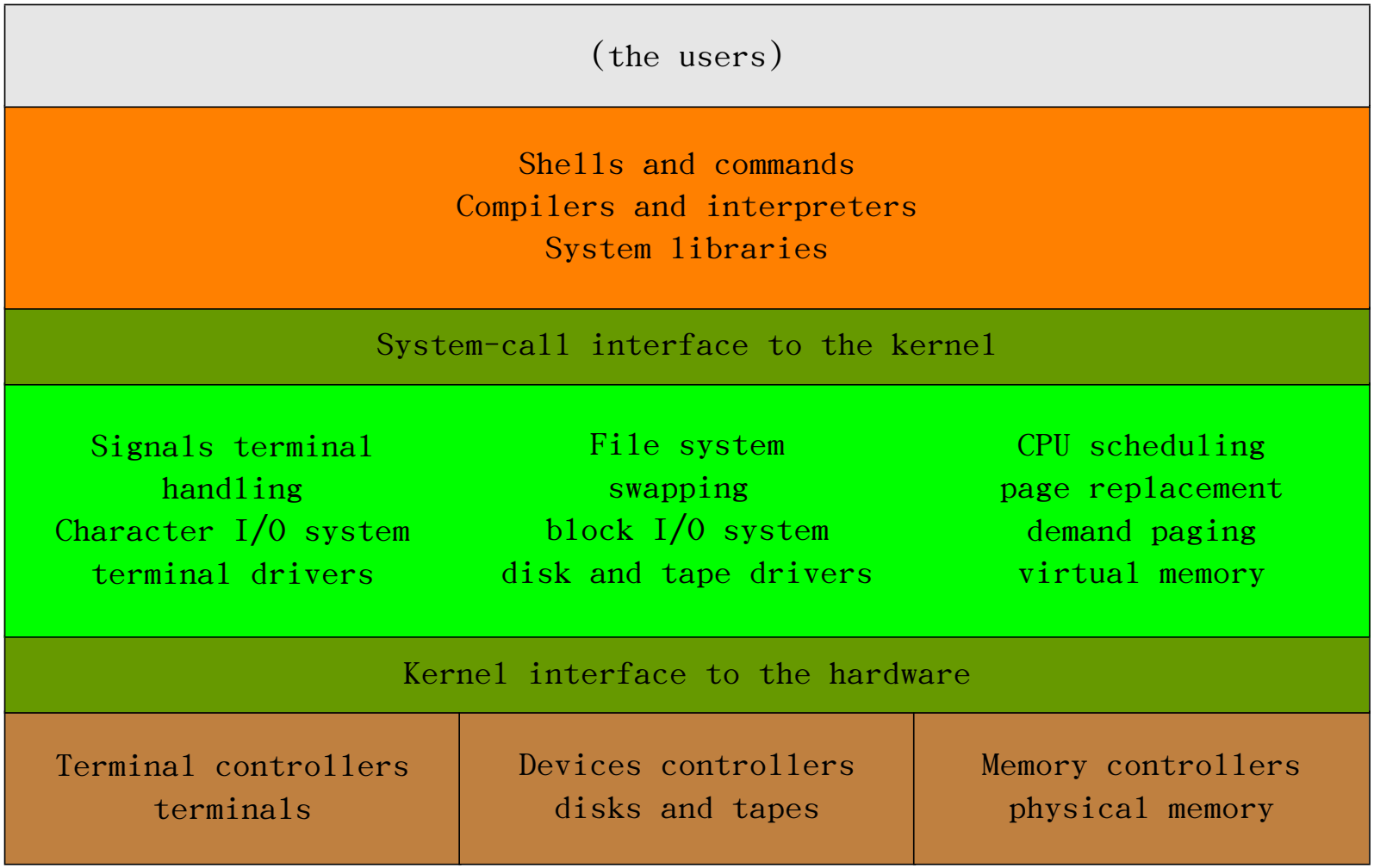
1. 用户与计算机硬件系统之间的接口(interface)
   - 命令接口(Command Line Interface, CLI)、
     图形用户接口(Graphical User Interface, GUI)
   - 编程接口（系统调用接口(system call)）
2. 计算机资源的管理者(resource allocator)
   - 四类资源：处理机、存储器、I/O设备、文件
3. 扩充机器（或虚拟机Virtual Machine）
   - 虚拟机：覆盖了软件的机器
   - 层次性

Outline

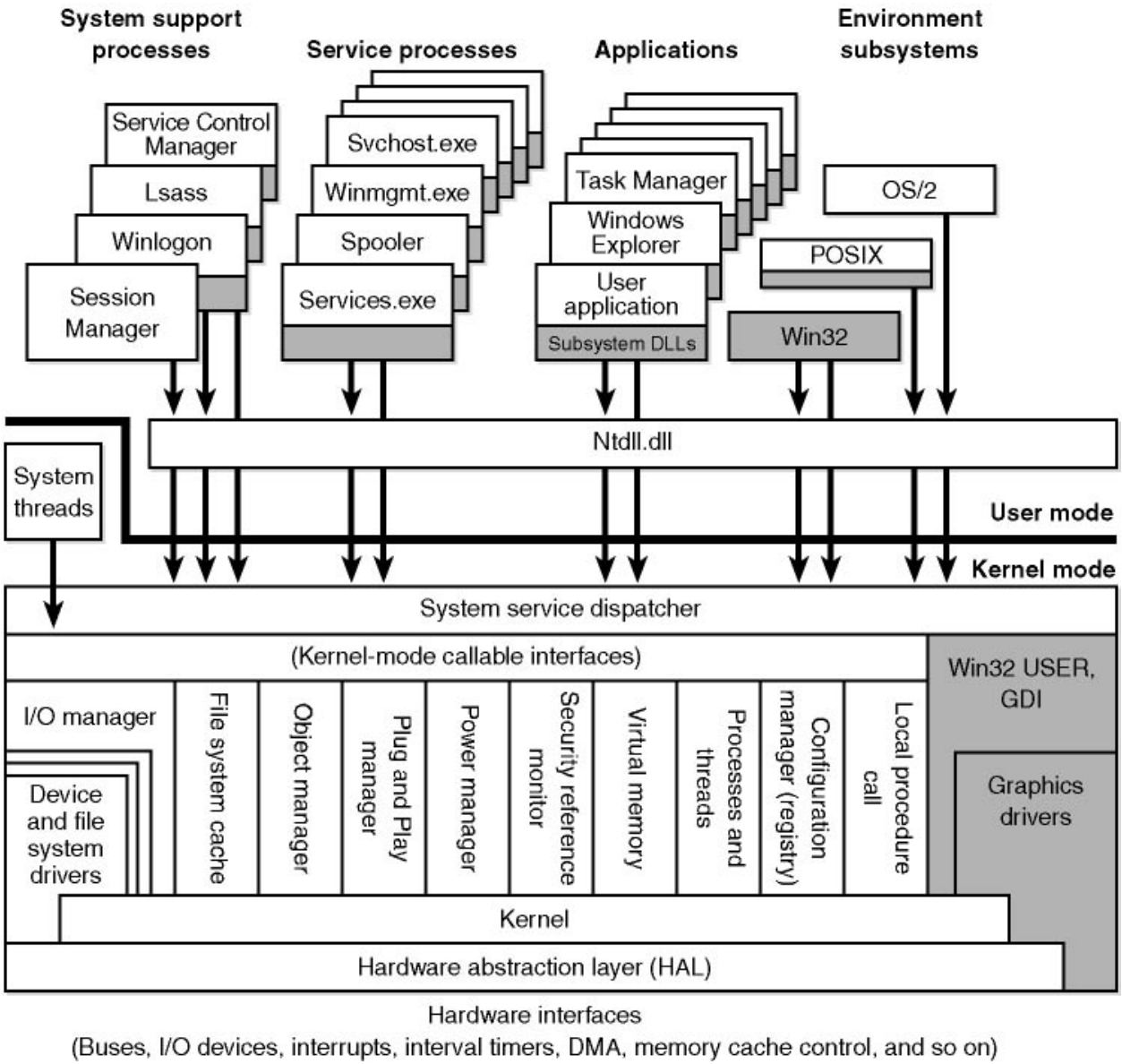
操作系统的层次模型

- 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

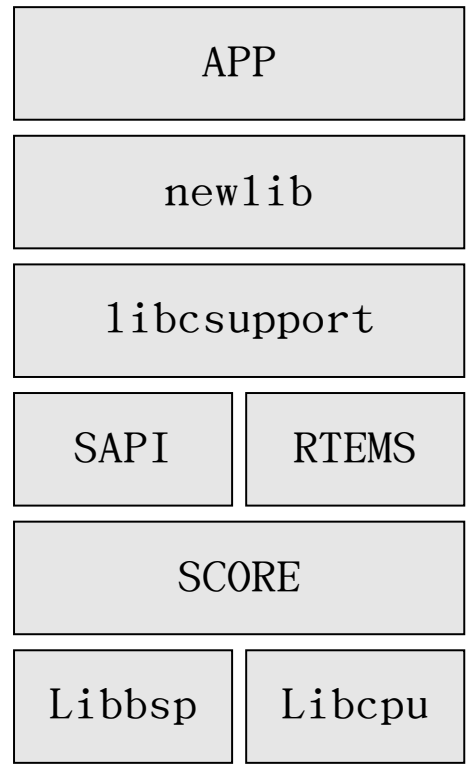


举例：Windows操作系统的经典体系结构图



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

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】：
  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】：
  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→ ···

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统
   2.1 单道批处理系统(simple batch processing)

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统
   - 2.1 单道批处理系统(simple batch processing)
   - 2.2 多道批处理系统(multiprogramming system)

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统
   - 2.1 单道批处理系统(simple batch processing)
   - 2.2 多道批处理系统(multiprogramming system)
3. 1965~1980，分时系统(Time-sharing system)

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统
   - 2.1 单道批处理系统(simple batch processing)
   - 2.2 多道批处理系统(multiprogramming system)
3. 1965~1980，分时系统(Time-sharing system)
4. 1980~,PC时代（微型计算机， microcomputer）
   - 百花齐放

History of Operating Systems

- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统
   - 2.1 单道批处理系统(simple batch processing)
   - 2.2 多道批处理系统(multiprogramming system)
3. 1965~1980，分时系统(Time-sharing system)
4. 1980~,PC时代（微型计算机， microcomputer）
   - 百花齐放
   - 实时系统(Real-Time system)

History of Operating Systems

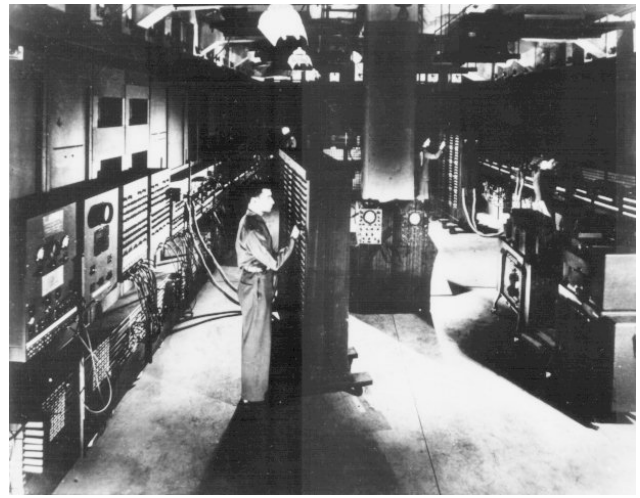
- Reading: Modern operating systems （4th edition），1.2

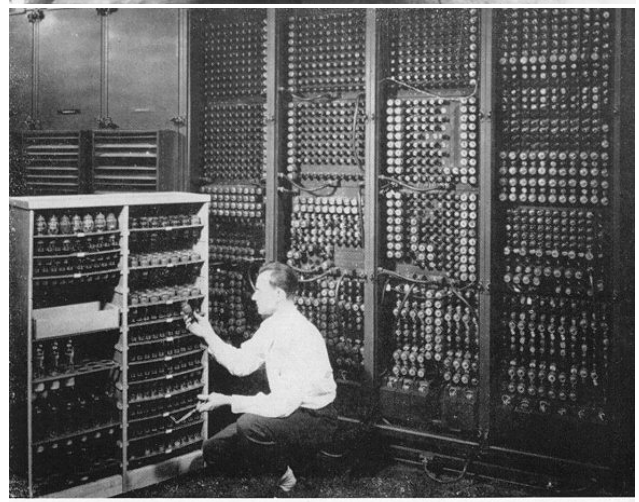
1. 1945~1955，无操作系统时期
2. 1955~1965，批处理系统
   - 2.1 单道批处理系统(simple batch processing)
   - 2.2 多道批处理系统(multiprogramming system)
3. 1965~1980，分时系统(Time-sharing system)
4. 1980~,PC时代（微型计算机， microcomputer）
   - 百花齐放
   - 实时系统(Real-Time system)
   - 其他操作系统：分布式、并行、安全、...
5. 1990～，移动计算

Outline

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

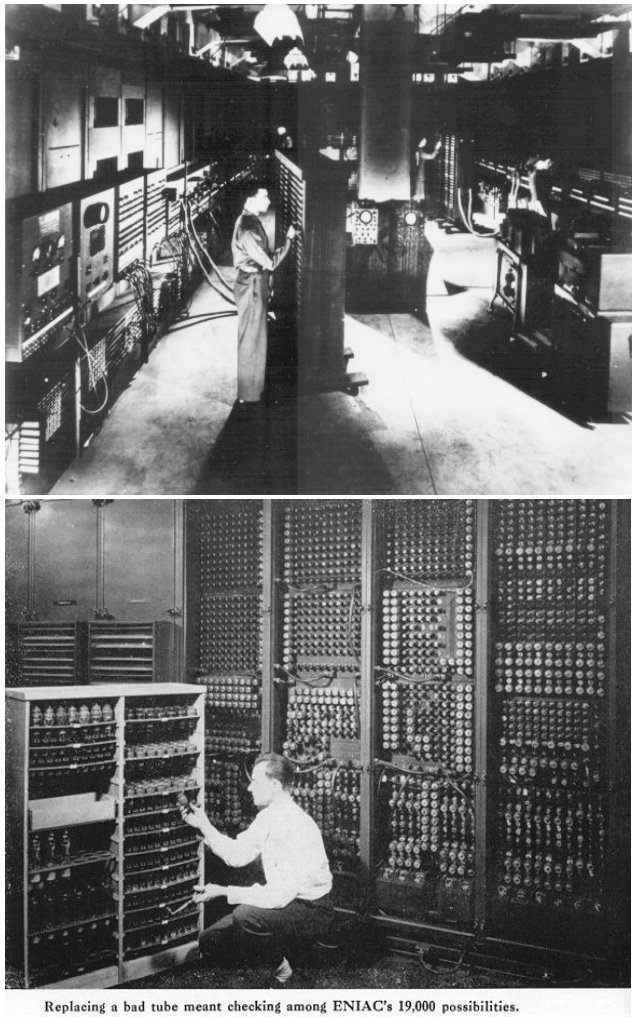




Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

History of the OS(1945~1955，无操作系统)

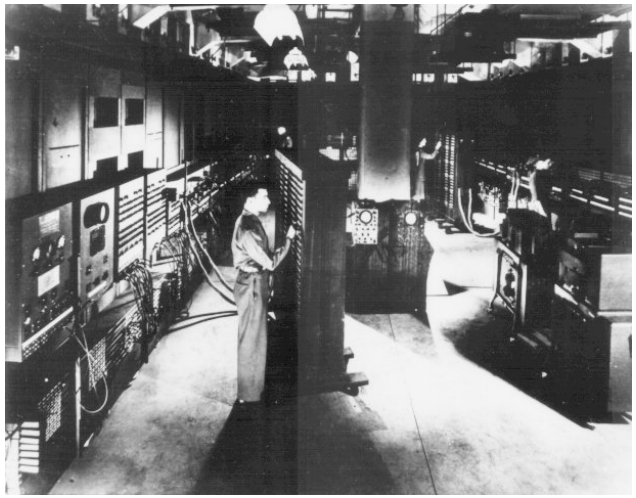
- Tube-based（电子管）
- Program are hardwired on plug boards
- One program at a time, Need professional operator
  - User VS. operator
- Only useful to Numerical calculations

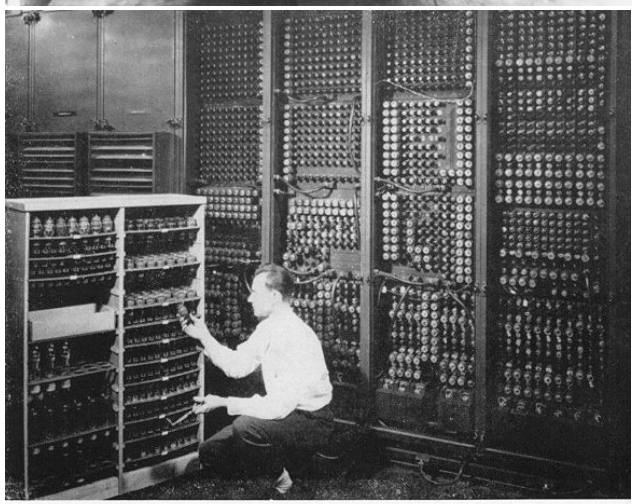


Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

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

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

1. 用户（user）将作业（job）交给系统操作员 （operater）
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
   - 作业是成批的(batched)
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

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

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

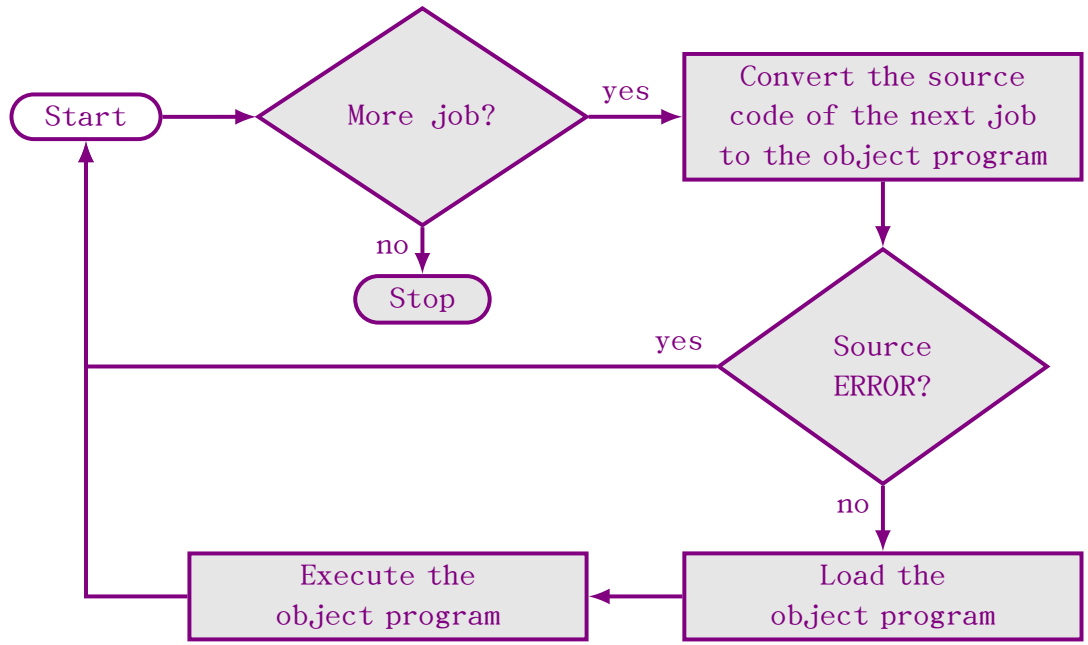
单道批处理系统(simple batch system)

- 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

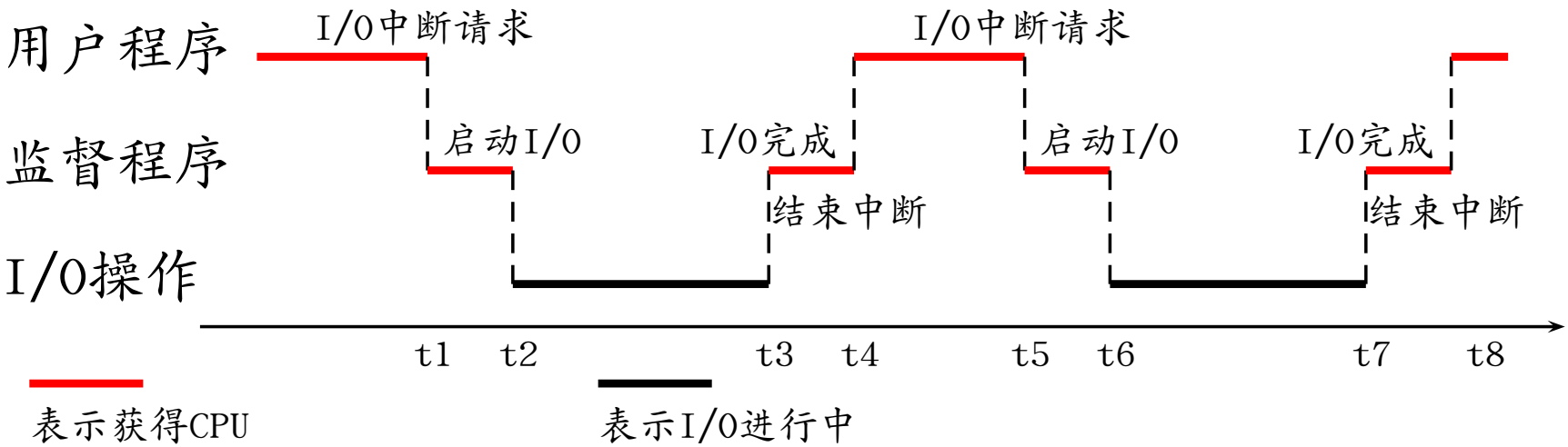
Monitor：



单道程序运行情况

用户进程的行为序列：

$$\text{执行} \rightarrow \text{I/O} \rightarrow \text{执行} \rightarrow \text{I/O} \rightarrow \ldots \rightarrow \text{执行} \rightarrow \text{I/O} \rightarrow \text{执行}$$



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 intructions/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 intructions/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

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
- 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

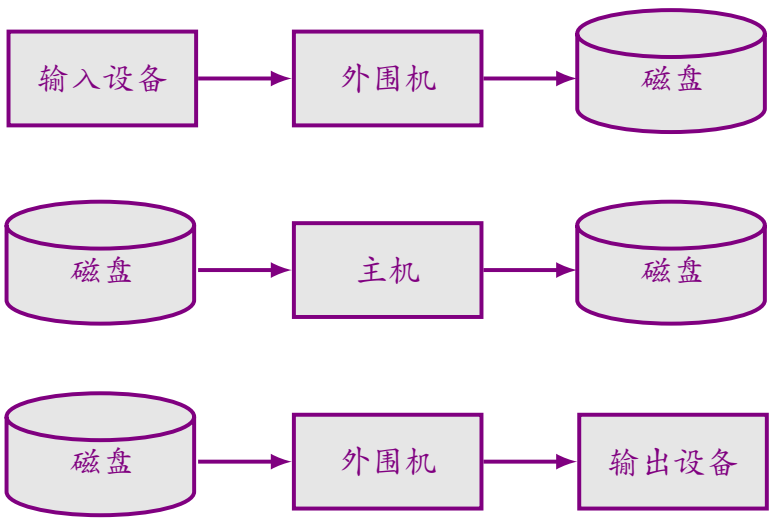
脱机I/O （时间：50年代末 ）

- 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）



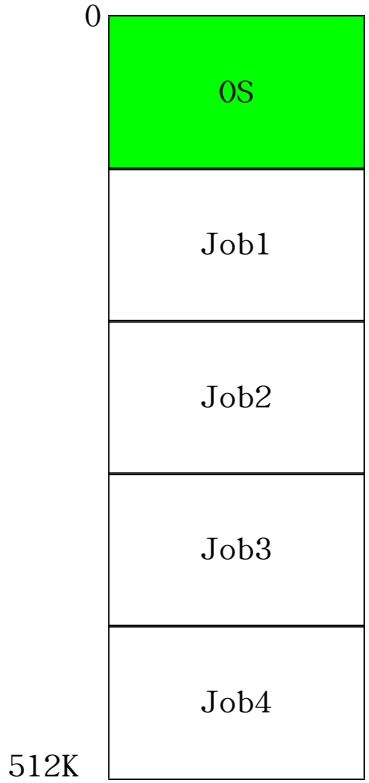
- 脱机的内涵：
  程序和数据都在脱离主机控制下，
  由外围机控制完成。

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)

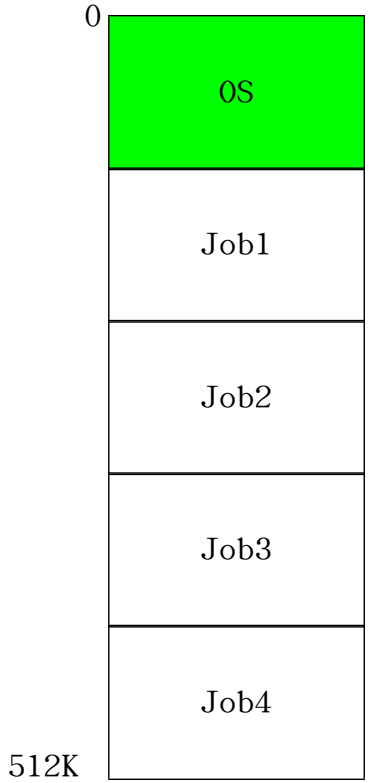
- 多道：系统中同时驻留多个作业
  - 共享内存
  - 复用CPU：
    当一个作业因某个原因暂停运行时，
    切换到另一个作业上运行
- 多道引入的优点：
  - 提高CPU利用率
  - 提高内存和I/O设备利用率
  - 提高了系统吞吐量
- 特征
  1. 多道性、
  2. 无序性、
  3. 调度性（作业调度、进程调度）



Memory layout for a multiprogramming system

多道批处理系统(multiprogramming system)

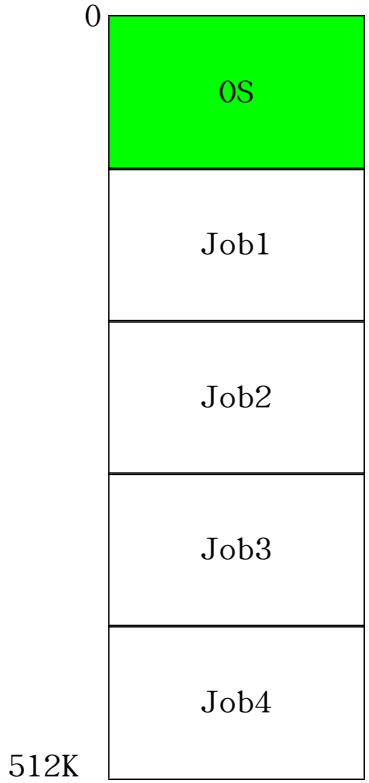
- 多道：系统中同时驻留多个作业
  - 共享内存
  - 复用CPU：
    当一个作业因某个原因暂停运行时，
    切换到另一个作业上运行
- 多道引入的优点：
  - 提高CPU利用率
  - 提高内存和I/O设备利用率
  - 提高了系统吞吐量
- 特征
  1. 多道性、
  2. 无序性、
  3. 调度性（作业调度、进程调度）



Memory layout for a multiprogramming system

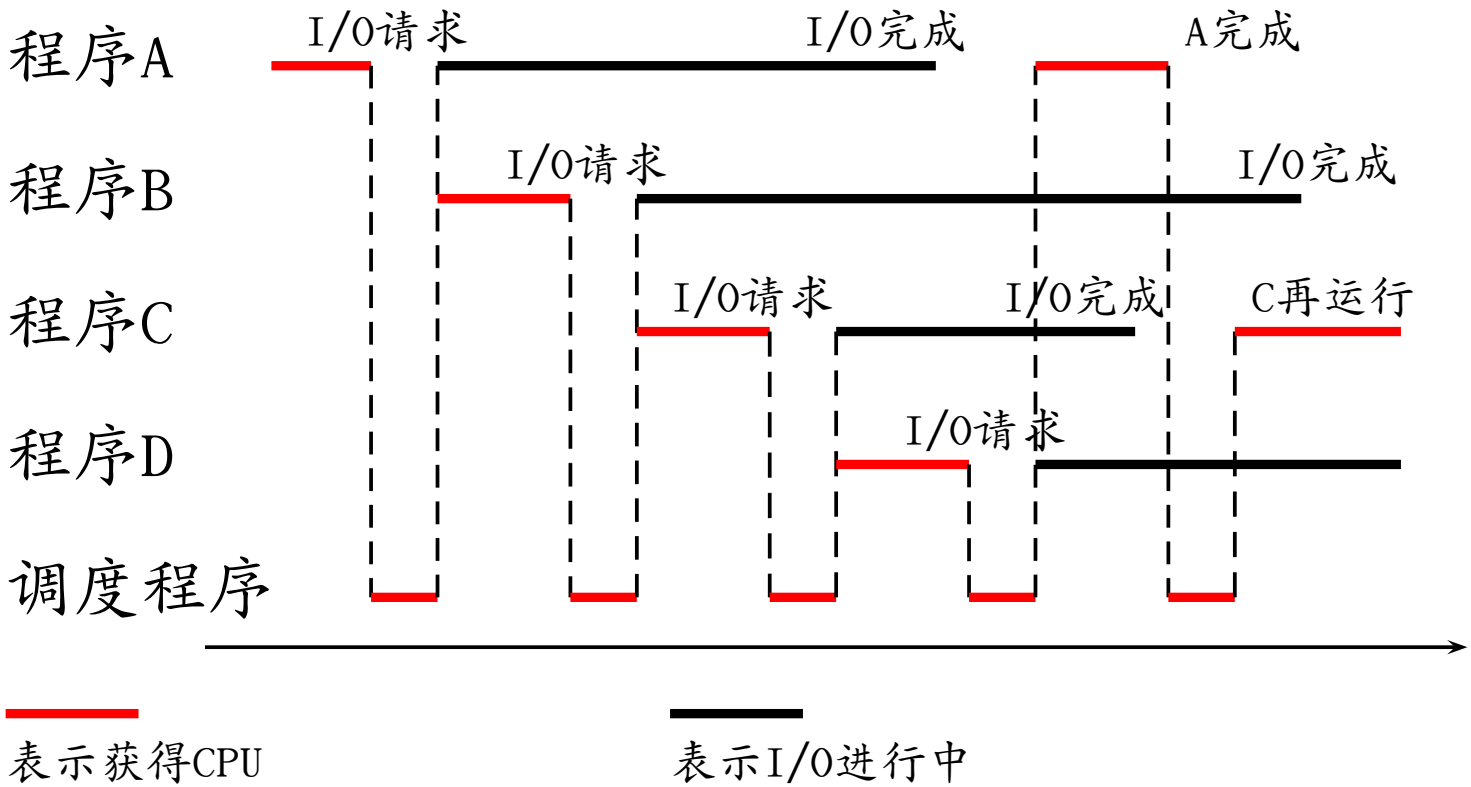
多道批处理系统(multiprogramming system)

- 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）



Memory layout for a multiprogramming system

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

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

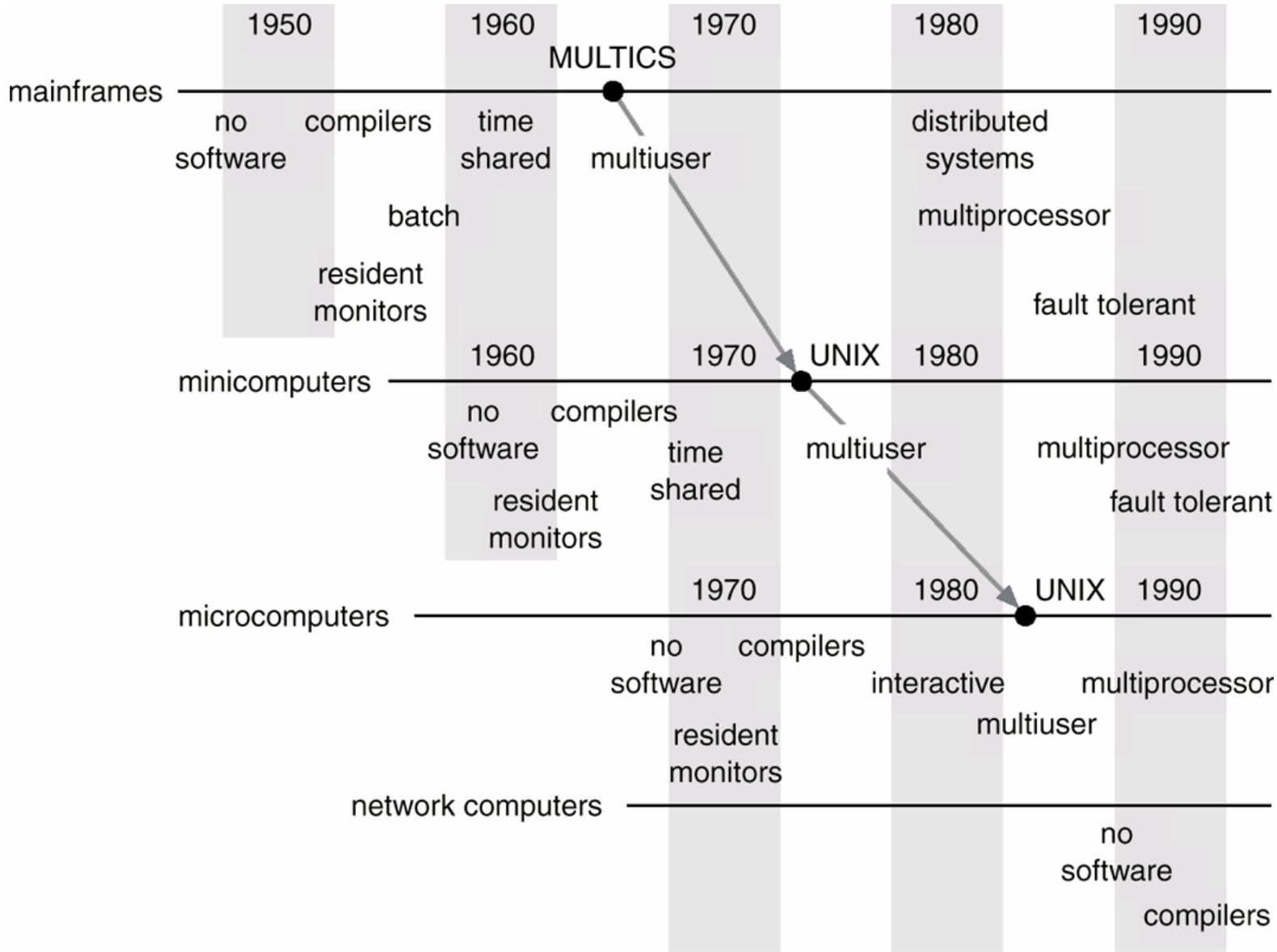
- 单道与分时的结合：
  - 单道分时
- 分时与批处理相结合：
  - 原则：分时优先，批处理在后
  - 具有前后台的分时：
    - “前台”：需频繁交互的作业
    - “后台”：时间性要求不强的作业
- 分时与多道相结合
  - 多道分时

Outline

History of the OS(1980~present，PC时代，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

实时系统

- 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

专题小结

- 到目前为止，介绍了三种最基本的操作系统类型【汤】
  1. 批处理系统
  2. 分时系统
  3. 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
- 后面会简单介绍其他类型的操作系统

Outline

1990~present，移动计算时代

- Today, mobile phone penetration is close to 90% of the global population.
- The first real smartphone： Nokia N9000
- OS：
  - ..., Symbian, Blackberry, iOS, Android, ...

Outline

Personal-Computer Systems，个人计算机系统

- 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 (...)
  - …

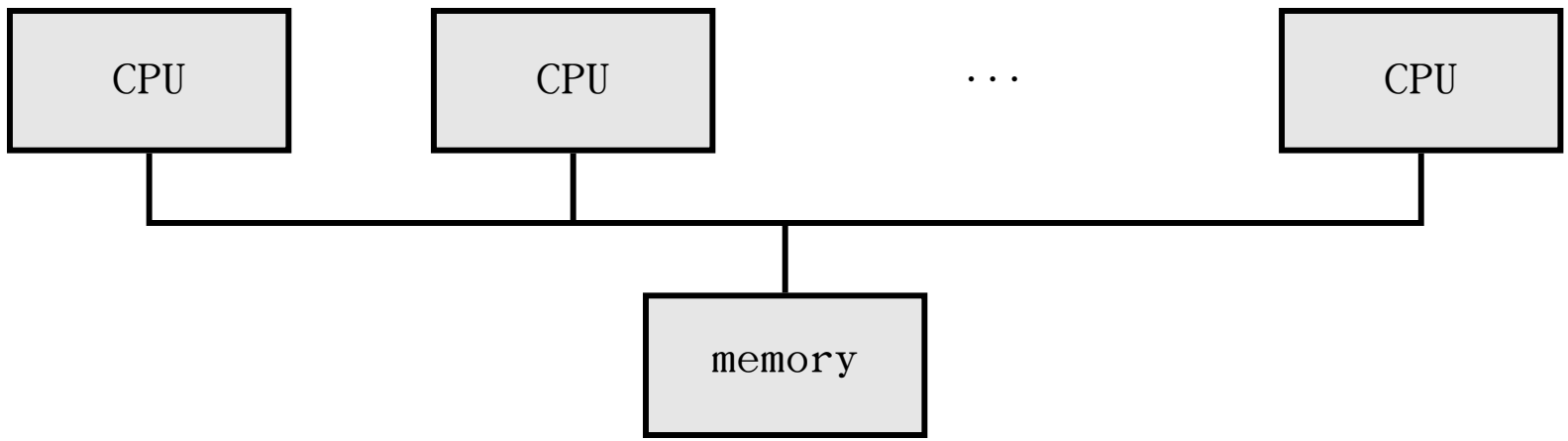
Outline

并行系统 Parallel Systems

- 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

并行系统(Cont.)

- 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

Distributed Systems 分布式系统

- 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 负载平衡
  - 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

Embedded System

- 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

作业一

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. 根据你对操作系统的理解， 画出操作系统的层次模块图（自由发挥，合乎逻辑）。
3. 操作系统的基本类型是哪三种？它们的关键技术有哪些？
4. 使用一张表，简要列出操作系统发展各个阶段的年代、器件技术、操作系统突破的关键技术问题。
5. 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？

实验一（必做）

- 安装虚拟机，具体参见课程主页

小结

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

History 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~present，PC时代，百花齐放

1990~present，移动计算时代

其他操作系统

Personal-Computer Systems

Parallel Systems

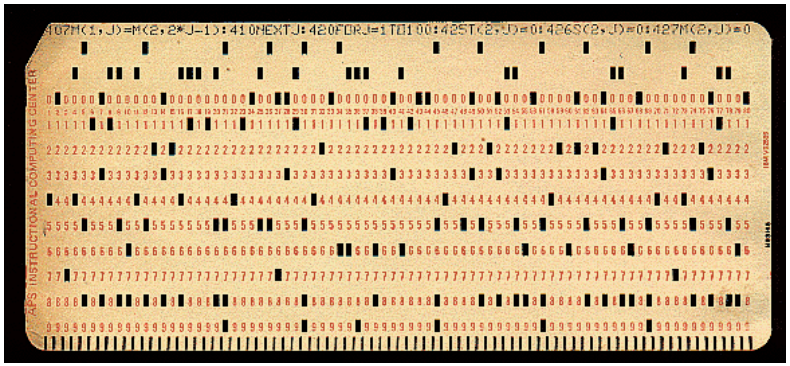
Distributed Systems

Embedded System

作业、实验和小结

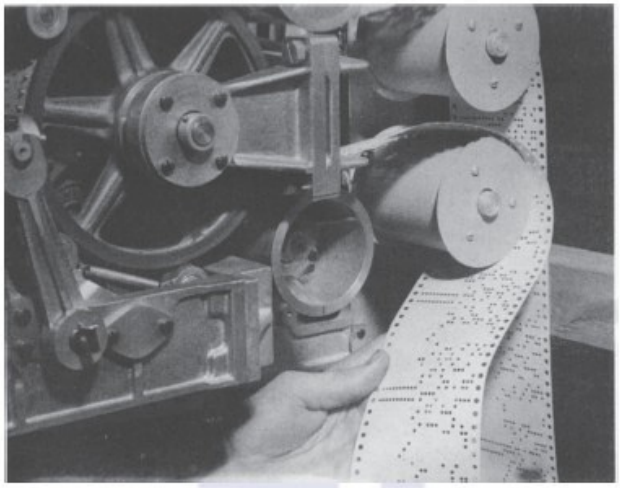
谢谢！

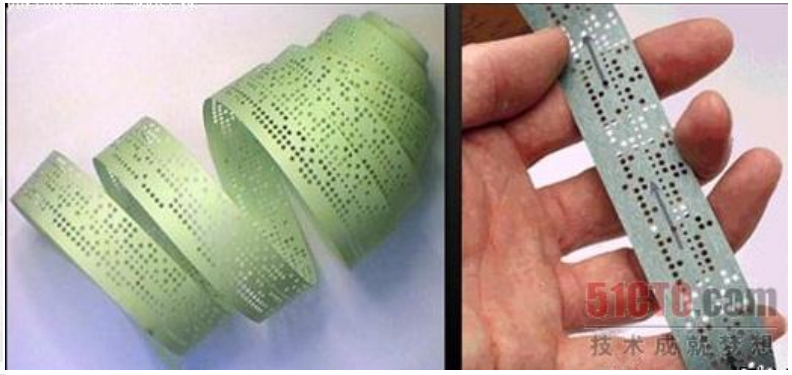
资料：穿孔卡片等



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

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

SPOOLing技术

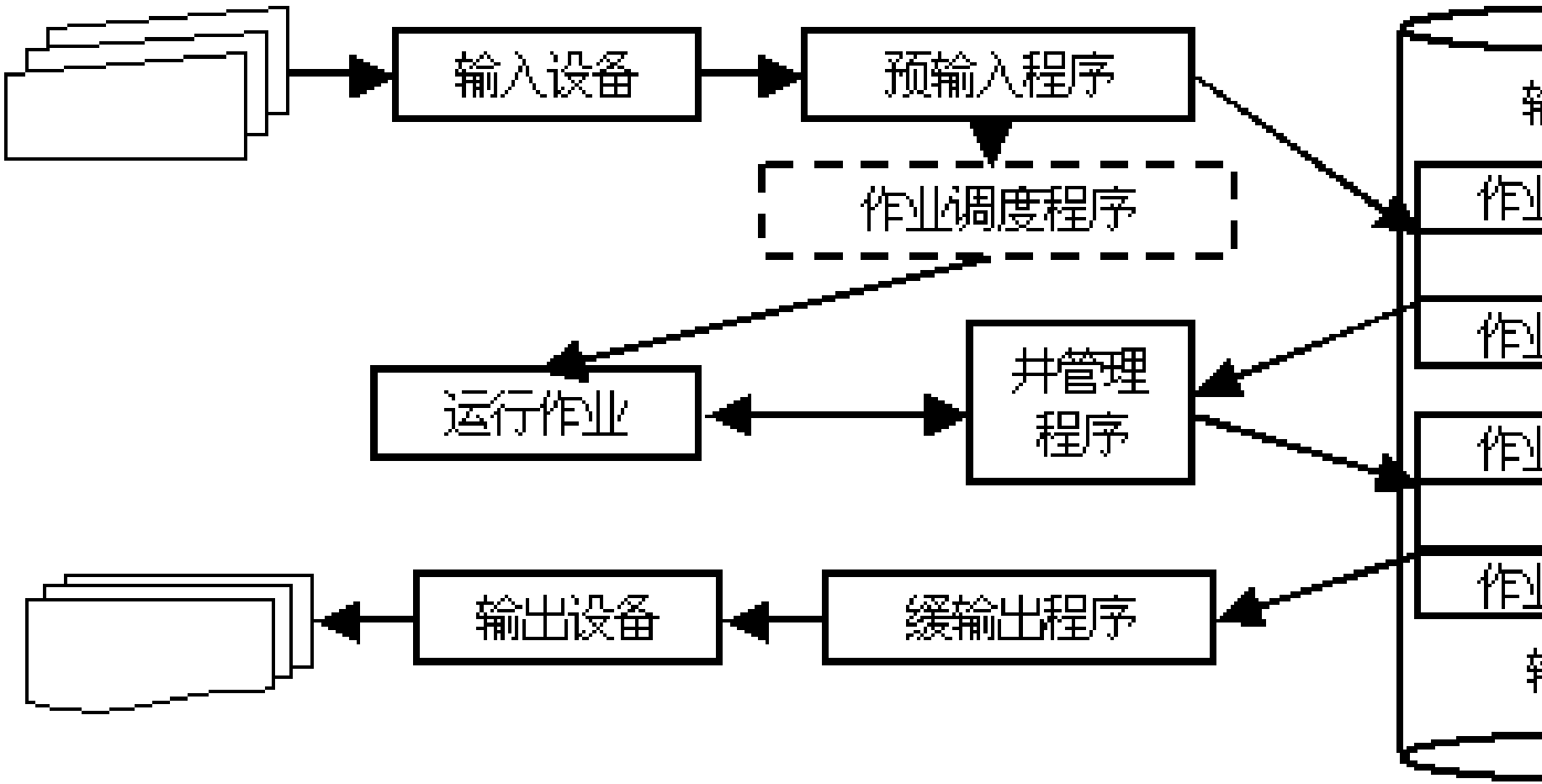
- 1961年，英国曼彻斯特大学，Atalas机
- Simultaneous Peripheral Operation On-Line
  （同时的外围设备联机操作——假脱机技术）
- 基本思想：
  利用磁盘作缓冲，将输入、计算、输出分别组织成独立的任务流，
  使I/O和计算真正并行

SPOOLing系统工作原理

- 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)