

第 1 章 操作系统概论

月出皓兮 苏曙光老师的课堂笔记

2022 年 2 月 23 日

感谢苏曙光老师的教学！

一位学长在博客上连载了苏曙光老师《操作系统原理》一课的笔记，却断更已久。笔者为方便学习交流这一课程，另起炉灶，希望能坚持更新这一课程笔记，为大家提供我一点点的帮助。由于时间紧张，未免有疏漏，若发现问题，可联系 yuechuhaoxi020609@outlook.com。

目录

1	操作系统的定义与特性	4
1.1	操作系统初步认识	4
1.2	操作系统定义	4
2	操作系统的功能	5
2.1	进程管理	5
2.2	存储管理	5
2.3	设备管理	5
2.4	文件管理	5
3	操作系统的评价指标	6
3.1	吞吐率	6
3.2	响应能力	6
3.3	资源利用率	6
3.4	可移植性	6
3.5	可靠性	6

4 操作系统的逻辑结构	6
4.1 整体式结构	6
4.2 层次式结构	6
4.3 微内核结构	7
5 操作系统的发展史	8
5.1 20 世纪 40 年代: 电子管时代——手工操作	8
5.2 20 世纪 50 年代: 晶体管时代——单道批处理系统	8
5.3 20 世纪 60 年代初: 集成电路时代——多道批处理系统	8
5.4 20 世纪 60 年代: 大规模集成电路时代——分时操作系统	9
5.5 操作系统的进一步发展	10
5.5.1 实时操作系统/嵌入式操作系统	10
5.5.2 微机操作系统 (PC 机)	10
5.5.3 多处理机操作系统	10
5.5.4 网络操作系统	11
5.5.5 分布式操作系统	11
5.6 国内操作系统的研制历史	11

1 操作系统的定义与特性

1.1 操作系统初步认识

Question: 没有安装操作系统的计算机能干什么？

Answer: 启动会比较快，但功能很局限，无法使用常见的软件应用，对于普通用户来说，功能很局限，对于专业工程师来说，想使用没有操作系统的计算机也有难度。启动后可以进入 BIOS。

常见的操作系统：PC 端，手机端。

基本功能：提供操作界面，控制程序运行，管理系统资源，配置系统参数，监控系统状态，工具软件集合。

1.2 操作系统定义

操作系统是一个大型的程序系统，它负责计算机系统软件/硬件资源的分配；控制和协调并发活动；提供用户接口，使用户获得良好的工作环境。

自顶向下，自下向上的看待操作系统。从 OS 开发者，程序员，用户的视角看待操作系统。

操作系统的地位：

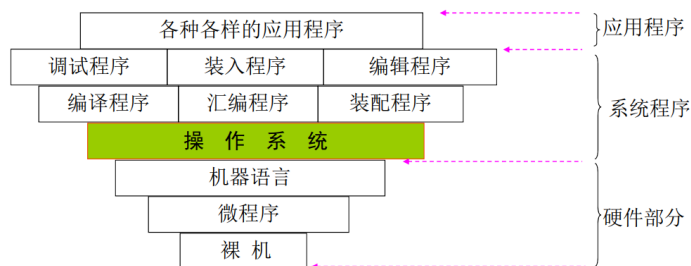


图 1: 操作系统的地位

操作系统的特性：并发性，共享性，不确定性（处理随机事件，特别是中断的能力）

2 操作系统的功能

其中进程管理和内存管理是操作系统的核心，更是其与普通程序的最大区别。

2.1 进程管理

进程管理（处理机管理，CPU 管理）。目标是对 CPU 资源进行管理。

进程是对 CPU 的抽象。

具体功能：

1. 进程控制：创建，暂停，唤醒，撤销
2. 进程调度：调度策略，优先级
3. 进程通信：进程间通信.

2.2 存储管理

存储管理（内存管理），为应用程序运行高效提供内存空间。

具体功能：

1. 内存分配
2. 内存共享
3. 内存保护
4. 虚拟内存

2.3 设备管理

设备管理，提供统一的设备使用接口，管理设备分配和使用。提供设备缓冲机制。（设备无关性，设备的传输控制，设备的驱动）

设备管理，提供设备缓冲机制。其可分为存储型和非存储型。

2.4 文件管理

文件管理：文件和目录的管理。

文件是设备的抽象。

3 操作系统的评价指标

3.1 吞吐率

在单位时间内处理信息的能力。

3.2 响应能力

3.3 资源利用率

3.4 可移植性

代码修改量，其中做的比较好的系统为 Linux。

3.5 可靠性

4 操作系统的逻辑结构

操作系统一般有 3 种典型的类型：整体式结构，层次式结构，微内核结构。

4.1 整体式结构

整体式结构又称单体式结构，模块化结构，宏内核结构。整体式操作系统是大量过程的集合，每一个过程可以相互调用。整体式操作系统以模块为单位。

整体式操作系统具有模块设计、编码和调试独立，模块之间可相互调用的优点。但也有缺点：错误易扩散，开发维护难，伸缩性差等。

当前比较流行的整体式操作系统有 Unix, Linux。Linux 实现了动态可安装模块，内核精简高效，而且硬件可移植性和功能可扩展性好。

4.2 层次式结构

层次式结构把操作系统的所有的功能模块按照调用次序分别排成若干层，确保各层之间只能是单向依赖或单项调用。层次式的设计思想方法把整体问题局部化。

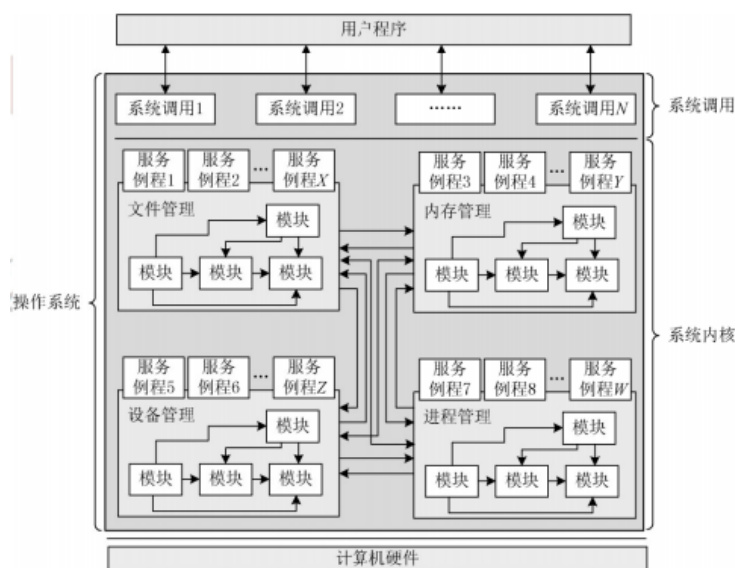


图 2: 整体式操作系统的通用结构

分层的原则主要有：硬件相关的功能放在最底层，与用户策略与交互相关的功能放在最顶层，中间层各层按调用次序或消息传递顺序安排，共性的和活跃的服务放在较低的层次。

层次式操作系统的优点有，设计调试维护容易，且有利于操作系统的扩充与移植。但系统性能相对较低。

4.3 微内核结构

微内核结构也称客户-服务器结构（Client/Server 结构），微内核结构操作系统分为两个部分：微内核和核外服务器。

微内核部分体积小，提供操作系统最基本的功能和任务，例如硬件的管理，进程调度与通信，客户与服务器间的通信等。

核外服务器（核外服务进程）提供了操作系统绝大部分功能，等待应用程序提出服务请求。每一种服务都对应一个服务器，服务器以进程形式存在，且运行在用户态。

微内核结构具有较好的稳定性和可扩展性，可移植性。但效率较低。典型的微内核操作系统有 MINIX，HarmonyOS，RT-Thread，WinNT 等。

5 操作系统的发展史

5.1 20 世纪 40 年代：电子管时代——手工操作

在卡片和纸袋上打孔编程。效率低，CPU 运行时间少。

5.2 20 世纪 50 年代：晶体管时代——单道批处理系统

特点有：多个作业输入磁盘形成作业队列，被一次性处理。监控程序自动识别作业起点与结束，自动装入，运行，撤出。单道串行。

其实现方式有：联机批处理，主机控制输入输出，效率低。脱机批处理，卫星机控制输入输出，有数据保护问题。

IO 操作时，CPU 和外设交替空闲，外设和 CPU 效率低。在程序设计合理，系统提供使程序启动设备的工具时，IO 与 CPU 交叠工作也是一种可能。

其工作过程如图：

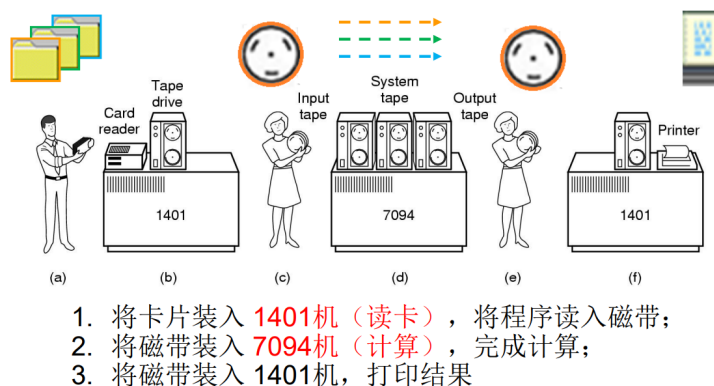


图 3: 单道批处理系统的工作过程

5.3 20 世纪 60 年代初：集成电路时代——多道批处理系统

多道批处理系统定义：在内存中存放多道程序，当某道程序因为某种原因（例如请求 I/O 时）不能继续运行时，监控程序便调度另一程序投入运行。这样可以使 CPU 尽量处于忙碌状态，提高系统效率。采用多道程序设计技术实现的处理系统称为多道批处理系统。

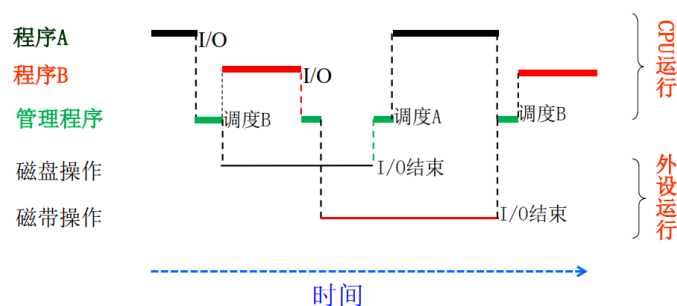


图 4: 多道批处理系统程序相互穿插的运行过程

设计思想，计算资源的共享。CPU 时分，内存时分空分，硬盘空分。多个程序同时在计算机上运行。

设计目的：提高系统的利用率（吞吐量）CPU 与外设并行，外设之间也并行。

借助了 60 年代最新的硬件进展。IO 信号——中断技术。数据传输——通道技术。

特点：多道，宏观上并行，微观上串行。

缺点：作业处理时间长，等待时间长。运行过程不确定，交互能力差。调度开销大。

5.4 20 世纪 60 年代：大规模集成电路时代——分时操作系统

分时技术概念：主机以很短的“时间片”为单位，把 CPU 循环地轮流分配给每个作业（终端 / 用户）使用，直到全部作业被运行完。

特点：独占性，让每个作业都感觉在独享主机。多路调制性。交互性，响应及时。

实例：Linux, Windows, CTSS, Multics。

Multics 项目，公用计算服务系统。其实现了，使用便利的远程终端通过电话线接入计算机主机，高可靠的大型文件系统，支持从数字运算到分时系统各种应用，多种程序设计环境 and 人机界面的目标。其开创性的第一个采用了“层次化文件系统”，且支持多种语言。被 Dennis 等借鉴，实现了 Unix。

Unix，是第一个实用化的分时操作系统。创新性的实现了操作系统的可移植性，并将外设看作文件（Special File）。其成功的重要原因是 C 语言编

写，可移植。

Question: 分时技术与多道批处理都能完成多个程序的切换。这两种切换情形有什么差别？

Answer: 分时技术是给不同作业（终端用户，程序）提供超短时轮流使用 CPU 的机会。多道批处理系统则是在内存中同时存放多道程序，当一个程序暂停运行时，其他程序才可以使用 CPU，各个程序交替执行。故当切出时，分时技术是强制切出，而多道批处理是当程序暂停时切出。当程序切入回 CPU 时，分时技术也是强制中断当前运行的程序，而多道批处理则需要等待程序 IO 处理完毕，可以恢复运行后，并且等待 CPU 内无程序运行后方可切入。

5.5 操作系统的进一步发展

5.5.1 实时操作系统/嵌入式操作系统

实时操作系统某些任务要优先紧急处理且系统安全可靠。特点是：可靠性，安全性，强调作业完成的时限 (deadline) 和可预测性。实时操作系统又被分为硬实时系统（必须限时完成），和软实时系统（尽可能快完成）。其关键在于调度策略与内存管理机制。

一般来说，实时操作系统都是嵌入式操作系统，而反过来不一定。

嵌入式操作系统的用户一般为传感器和执行器，用于嵌入式设备，比较著名的嵌入式操作系统有 Vxworks, Linux, usOS 等。

5.5.2 微机操作系统 (PC 机)

CP/M 操作系统，其易学易用，流行于 1980 年代初期。

Macintosh 和 MAC OS，首次商用领域成功应用图形界面和鼠标。

微软的 MS DOS 与 Windows 操作系统。

5.5.3 多处理机操作系统

其一般用于多 CPU 设备，是典型的并行系统 (Parallel System)，紧耦合系统。

5.5.4 网络操作系统

普通操作系统+网络通信+网络服务。

5.5.5 分布式操作系统

分布的多个通用资源部件，经过网络互联，由操作系统对资源进行全局统一的管理和调度。其把网络虚拟为单台巨大的计算机。

5.6 国内操作系统的研制历史

中国在 60 年代末至 70 年代初拥有了我们第一个台百万次集成电路计算机（150）操作系统。近些年的国产操作系统多以 Linux 为基础二次开发。而小型嵌入式/实时操作系统为今后国内操作系统的重要发展方向，注重安全性，实时性等特点。