

普通高等学校计算机专业系列教材



# 计算机操作系统

谢旭升 朱明华 张练兴 李宏伟

华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

普通高等学校计算机专业系列教材

# 计算机操作系统

谢旭升 朱明华 张练兴 李宏伟

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统/谢旭升 朱明华 张练兴 李宏伟. —武汉:华中科技大学出版社,2005年2月

ISBN 978-7-5609-3313-9

I. 计… II. ①谢… ②朱… ③张… ④李… III. 电子计算机-操作系统-高等学校-教材 IV. TP316

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第077144号

计算机操作系统

谢旭升 朱明华 张练兴 李宏伟

责任编辑: 谢燕群

封面设计: 潘 群

责任校对: 吴 晗

责任监印: 熊庆玉

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编: 430074 电话: (027)87557437

印 刷: 湖北恒泰印务有限公司

开本: 787mm×960mm 1/16

印张: 17.25

字数: 307 000

版次: 2005年2月第1版

印次: 2008年2月第2次印刷

定价: 22.80元

ISBN 978-7-5609-3313-9/Tp·547

(本书若有印装质量问题, 请向出版社发行部调换)

# 前 言

操作系统是计算机系统中不可缺少的系统软件,是计算机专业工作者必须掌握的知识。操作系统课程是计算机专业及相关专业的一门必修课程,它在计算机专业的课程体系中占有重要的地位。因此,一本实用的教材对操作系统课程的学习显得特别重要。

本书是作者在多年教学工作的基础上、参阅有关文献而编写的。考虑到本课程的学时数有限,对其内容进行了精选,着重于操作系统基本概念、基本原理、基本技术、基本方法的阐述,力求做到概念清晰、表述正确、结构合理、取舍得当、由浅入深、循序渐进、通俗易懂、便于自学,希望能达到较好的教学效果。

全书共分8章。第1章引论,介绍操作系统的基本概念、操作系统的形成与发展、操作系统的功能、操作系统的特征和作用;第2章处理器管理,介绍并发执行的特征和进程的概念,对进程控制、进程调度及算法、进程互斥与同步、进程通信、进程死锁等问题进行了分析和讨论;第3章存储管理,介绍存储管理的基本知识,讨论了存储管理的基本功能、各种存储管理技术和虚拟存储管理技术;第4章设备管理,介绍I/O 硬件原理、I/O 控制方式和I/O 缓冲技术,对设备的分配、磁盘存储的管理、驱动调度及算法、虚拟设备技术进行了讨论;第5章文件管理,介绍文件及文件系统的概念,讨论了文件目录、文件组织、文件存储空间管理、文件操作、文件保护与保密;第6章作业管理,介绍作业的概念、作业控制方式、用户接口、作业管理,着重讨论了作业调度算法;第7章UNIX 系统,作为一个实例主要介绍UNIX 系统的一些实现技术;第8章Windows 系统,作为另一个实例主要介绍Windows 系统的实现技术。

本书由谢旭升、朱明华、张练兴、李宏伟编写。衷心感谢江西师范大学计算机信息工程学院周定康、李云洪、许捷、马明磊、周勇等老师的无私帮助和支持。

本书可作为计算机专业及相关专业的教科书,也可作为从事计算机工作的科技人员学习操作系统的参考书。由于编者水平有限,书中难免会有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

作者

2004 年10 月

# 目 录

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第1章 引论 .....           | (1)  |
| 1.1 操作系统概念 .....       | (1)  |
| 1.2 操作系统的形成与发展 .....   | (2)  |
| 1.2.1 手工操作阶段 .....     | (3)  |
| 1.2.2 早期批处理系统 .....    | (3)  |
| 1.2.3 执行系统 .....       | (4)  |
| 1.2.4 多道程序系统 .....     | (5)  |
| 1.2.5 分时系统 .....       | (8)  |
| 1.2.6 实时系统 .....       | (9)  |
| 1.2.7 通用操作系统 .....     | (10) |
| 1.2.8 微机操作系统 .....     | (10) |
| 1.2.9 网络操作系统 .....     | (11) |
| 1.2.10 分布式操作系统 .....   | (12) |
| 1.2.11 操作系统的分类 .....   | (13) |
| 1.3 操作系统的功能 .....      | (13) |
| 1.3.1 处理器管理的功能 .....   | (13) |
| 1.3.2 存储管理的功能 .....    | (14) |
| 1.3.3 设备管理的功能 .....    | (14) |
| 1.3.4 文件管理的功能 .....    | (15) |
| 1.3.5 作业管理的功能 .....    | (16) |
| 1.4 操作系统的特征和作用 .....   | (16) |
| 1.4.1 操作系统的特征 .....    | (16) |
| 1.4.2 操作系统的作用 .....    | (17) |
| 习题一 .....              | (18) |
| 第2章 处理器管理 .....        | (19) |
| 2.1 程序的顺序执行和并发执行 ..... | (19) |
| 2.1.1 程序的顺序执行 .....    | (19) |

---

|         |                    |      |
|---------|--------------------|------|
| 2.1.2   | 程序的并发执行 .....      | (20) |
| 2.2     | 进程的概念 .....        | (22) |
| 2.2.1   | 进程的定义 .....        | (22) |
| 2.2.2   | 进程的基本状态和转换 .....   | (24) |
| 2.2.3   | 进程控制块 .....        | (26) |
| 2.2.4   | 进程队列 .....         | (27) |
| 2.3     | 进程控制 .....         | (28) |
| 2.3.1   | 进程创建 .....         | (29) |
| 2.3.2   | 进程撤销 .....         | (30) |
| 2.3.3   | 进程阻塞与唤醒 .....      | (31) |
| 2.4     | 进程调度 .....         | (32) |
| 2.4.1   | 进程调度的功能 .....      | (32) |
| 2.4.2   | 进程调度的时机 .....      | (33) |
| 2.4.3   | 进程调度的算法 .....      | (33) |
| 2.4.4   | 进程调度算法的选择 .....    | (36) |
| 2.5     | 进程互斥 .....         | (36) |
| 2.5.1   | 与时间有关的错误 .....     | (37) |
| 2.5.2   | 临界区 .....          | (40) |
| 2.5.3   | 进程的互斥 .....        | (41) |
| 2.5.3.1 | 信号量与PV操作 .....     | (41) |
| 2.5.3.2 | 用PV操作实现进程互斥 .....  | (43) |
| 2.6     | 进程同步 .....         | (47) |
| 2.6.1   | 同步的概念 .....        | (47) |
| 2.6.2   | 用PV操作实现进程的同步 ..... | (48) |
| 2.6.3   | 生产者—消费者问题 .....    | (49) |
| 2.6.4   | 读者—写者问题 .....      | (55) |
| 2.6.5   | 时间同步问题 .....       | (56) |
| 2.7     | 进程通信 .....         | (58) |
| 2.7.1   | 进程通信的类型 .....      | (58) |
| 2.7.2   | 直接通信 .....         | (59) |
| 2.7.3   | 间接通信 .....         | (60) |
| 2.8     | 死锁 .....           | (62) |
| 2.8.1   | 死锁的原因 .....        | (62) |
| 2.8.2   | 死锁的必要条件 .....      | (64) |

---

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 2.8.3 死锁的预防 .....          | (64)        |
| 2.8.4 死锁的避免 .....          | (66)        |
| 2.8.5 死锁的检测 .....          | (69)        |
| 2.8.6 死锁的解除 .....          | (70)        |
| 习题二 .....                  | (71)        |
| <b>第3章 存储管理</b> .....      | <b>(74)</b> |
| 3.1 存储管理概述 .....           | (74)        |
| 3.1.1 信息的二级存储 .....        | (74)        |
| 3.1.2 存储管理的功能 .....        | (74)        |
| 3.2 程序的装入与链接 .....         | (76)        |
| 3.2.1 物理地址和逻辑地址 .....      | (76)        |
| 3.2.2 程序的装入 .....          | (76)        |
| 3.2.3 程序的链接 .....          | (79)        |
| 3.3 连续存储管理 .....           | (80)        |
| 3.3.1 单一连续存储管理 .....       | (80)        |
| 3.3.2 固定分区存储管理 .....       | (82)        |
| 3.3.3 可变分区存储管理 .....       | (85)        |
| 3.4 页式存储管理 .....           | (93)        |
| 3.4.1 基本原理 .....           | (93)        |
| 3.4.2 存储空间的分配与去配 .....     | (94)        |
| 3.4.3 页表与地址转换 .....        | (95)        |
| 3.4.4 快表 .....             | (96)        |
| 3.4.5 页的共享与保护 .....        | (97)        |
| 3.5 段式存储管理 .....           | (98)        |
| 3.5.1 原理 .....             | (98)        |
| 3.5.2 空间的分配与去配 .....       | (99)        |
| 3.5.3 地址转换与存储保护 .....      | (100)       |
| 3.5.4 段的共享 .....           | (100)       |
| 3.5.5 分页和分段存储管理的主要区别 ..... | (101)       |
| 3.6 段页式存储管理 .....          | (102)       |
| 3.7 虚拟存储管理方式 .....         | (103)       |
| 3.7.1 虚拟存储器 .....          | (104)       |
| 3.7.2 请求分页式存储管理 .....      | (104)       |
| 3.7.3 请求分段式存储管理 .....      | (115)       |

---

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 习题三 .....               | (117) |
| <b>第4章 设备管理</b> .....   | (119) |
| 4.1 设备管理概述 .....        | (119) |
| 4.1.1 设备分类 .....        | (119) |
| 4.1.2 设备管理的功能 .....     | (119) |
| 4.2 I/O 系统 .....        | (120) |
| 4.2.1 I/O 系统结构 .....    | (120) |
| 4.2.2 I/O 控制方式 .....    | (127) |
| 4.3 缓冲技术 .....          | (132) |
| 4.3.1 缓冲的引入 .....       | (132) |
| 4.3.2 单缓冲 .....         | (133) |
| 4.3.3 双缓冲 .....         | (133) |
| 4.3.4 多缓冲 .....         | (135) |
| 4.3.5 缓冲池 .....         | (135) |
| 4.4 独占设备的分配 .....       | (136) |
| 4.4.1 设备的相对号和绝对号 .....  | (136) |
| 4.4.2 设备的独立性 .....      | (137) |
| 4.4.3 独占设备的分配 .....     | (137) |
| 4.5 磁盘存储管理 .....        | (141) |
| 4.5.1 磁盘结构 .....        | (141) |
| 4.5.2 磁盘空间的管理 .....     | (142) |
| 4.5.3 驱动调度 .....        | (142) |
| 4.6 设备处理 .....          | (149) |
| 4.6.1 设备驱动程序的处理过程 ..... | (149) |
| 4.6.2 设备的中断处理 .....     | (150) |
| 4.7 虚拟设备 .....          | (151) |
| 4.7.1 脱机外围设备操作 .....    | (152) |
| 4.7.2 联机同时外围设备操作 .....  | (152) |
| 习题四 .....               | (154) |
| <b>第5章 文件管理</b> .....   | (156) |
| 5.1 概述 .....            | (156) |
| 5.1.1 文件和文件系统 .....     | (156) |
| 5.1.2 文件的分类 .....       | (156) |
| 5.1.3 文件系统的功能 .....     | (158) |

---

|       |                    |       |
|-------|--------------------|-------|
| 5.2   | 文件的组织结构和存取方式 ..... | (159) |
| 5.2.1 | 文件的逻辑结构 .....      | (159) |
| 5.2.2 | 文件的存储介质 .....      | (160) |
| 5.2.3 | 文件的存取方式 .....      | (160) |
| 5.2.4 | 文件的物理结构 .....      | (162) |
| 5.2.5 | 记录的成组和分解 .....     | (166) |
| 5.3   | 目录管理 .....         | (167) |
| 5.3.1 | 文件目录 .....         | (167) |
| 5.3.2 | 文件目录结构 .....       | (168) |
| 5.4   | 辅存空间的管理 .....      | (171) |
| 5.4.1 | 空闲块表法 .....        | (172) |
| 5.4.2 | 空闲块链法 .....        | (172) |
| 5.4.3 | 位示图法 .....         | (173) |
| 5.4.4 | 成组链接法 .....        | (175) |
| 5.5   | 文件的使用 .....        | (177) |
| 5.5.1 | 主存打开文件表 .....      | (178) |
| 5.5.2 | 文件操作 .....         | (179) |
| 5.5.3 | 文件的使用 .....        | (181) |
| 5.6   | 文件的共享 .....        | (182) |
| 5.6.1 | 绕道法 .....          | (182) |
| 5.6.2 | 链接法 .....          | (183) |
| 5.7   | 文件的保护与保密 .....     | (185) |
| 5.7.1 | 存取控制 .....         | (186) |
| 5.7.2 | 容错技术 .....         | (189) |
| 5.7.3 | 数据转储 .....         | (191) |
|       | 习题五 .....          | (192) |
| 第6章   | 作业管理 .....         | (194) |
| 6.1   | 概述 .....           | (194) |
| 6.2   | 操作系统与用户的接口 .....   | (195) |
| 6.2.1 | 命令接口 .....         | (196) |
| 6.2.2 | 程序接口 .....         | (197) |
| 6.3   | 批处理作业的管理 .....     | (199) |
| 6.3.1 | 批处理作业的输入 .....     | (199) |
| 6.3.2 | 批处理作业的调度 .....     | (201) |

---

|           |                                |       |
|-----------|--------------------------------|-------|
| 6.3.3     | 作业调度算法 .....                   | (204) |
| 6.3.4     | 批处理作业的控制 .....                 | (211) |
| 6.4       | 交互式作业的管理 .....                 | (212) |
| 6.4.1     | 交互式作业的控制 .....                 | (213) |
| 6.4.2     | 终端作业的管理 .....                  | (214) |
| 习题六 ..... |                                | (215) |
| 第7章       | UNIX 系统 .....                  | (217) |
| 7.1       | UNIX 系统概述 .....                | (217) |
| 7.1.1     | UNIX 系统的发展 .....               | (217) |
| 7.1.2     | UNIX 系统的特性及设计原理 .....          | (218) |
| 7.1.3     | UNIX 系统的接口 .....               | (220) |
| 7.1.4     | UNIX 系统的核心结构 .....             | (221) |
| 7.2       | UNIX 系统中的处理机管理 .....           | (223) |
| 7.2.1     | UNIX 系统中的进程描述 .....            | (223) |
| 7.2.2     | UNIX 进程状态及其转换描述 .....          | (225) |
| 7.3       | UNIX 系统中的主存储器管理 .....          | (227) |
| 7.3.1     | UNIX 中的请求式页式存储管理及其数据结构 .....   | (227) |
| 7.3.2     | UNIX 中的换页进程分析 .....            | (228) |
| 7.3.3     | 请求调页过程 .....                   | (228) |
| 7.3.4     | 交换区的管理 .....                   | (229) |
| 7.4       | UNIX 文件子系统 .....               | (230) |
| 7.4.1     | UNIX 文件子系统的实现机制 .....          | (230) |
| 7.4.2     | 设备缓冲 .....                     | (231) |
| 7.4.3     | 设备处理程序 .....                   | (232) |
| 7.4.4     | 文件的管理 .....                    | (233) |
| 习题七 ..... |                                | (234) |
| 第8章       | Windows 系统 .....               | (236) |
| 8.1       | Windows 2000 系统概述 .....        | (236) |
| 8.1.1     | Windows 2000/XP 的设计目标 .....    | (236) |
| 8.1.2     | Windows 2000/XP 系统模型 .....     | (237) |
| 8.1.3     | Windows 2000/XP 的系统构成 .....    | (237) |
| 8.1.4     | Windows 2000/XP 的系统机制 .....    | (243) |
| 8.2       | Windows 系统中的处理机管理 .....        | (249) |
| 8.2.1     | Windows 2000/XP 的进程互斥和同步 ..... | (249) |

---

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 8.2.2 Windows 2000/XP 管道 .....     | (251) |
| 8.2.3 Windows 系统中的线程描述 .....       | (251) |
| 8.3 Windows 系统中主存储描述 .....         | (253) |
| 8.4 Windows 中的外存管理描述 .....         | (254) |
| 8.5 Windows 中的驱动描述 .....           | (255) |
| 8.6 Windows 2000/XP 文件系统描述 .....   | (257) |
| 8.7 Windows 2000/XP 的 I/O 系统 ..... | (259) |
| 8.8 Windows 2000/XP 的注册表 .....     | (262) |
| 8.8.1 认识注册表 .....                  | (262) |
| 8.8.2 注册表的六个根键 .....               | (263) |
| 习题八 .....                          | (264) |
| 参考文献 .....                         | (265) |

# 第1章 引 论

## 1.1 操作系统概念

任何一个计算机系统都由两部分组成:计算机硬件和计算机软件。计算机硬件通常由中央处理器(运算器和控制器)、存储器、输入设备和输出设备等部件组成,它构成了系统本身和用户作业赖以活动的物质基础和环境。由这些硬件部件组成的机器称为裸机。

用户最不喜欢裸机这种工作环境,因为裸机上没有任何一种可以协助他们解决问题的手段,只提供最低级的机器语言。为了对硬件的性能加以扩充和完善,为了方便用户上机,在裸机内添加了能实现各种功能的软件程序。例如,为了方便用户描述自己的算题任务而提供了程序设计语言及相应的翻译程序(汇编程序或编译程序);为了方便、有效地解决各类问题,提供了各种服务性程序和实用程序,如系统程序库、编辑程序、连接装配程序等;为了维护系统正常工作,提供了查错程序、诊断程序和引导程序等。还有用户应用程序、数据库管理系统、数据通信系统等。软件又称为软设备,它是程序和数据的集合。在这些软件中,有一个很重要的软件系统称为操作系统,它管理系统中所有的软、硬件资源并组织控制整个计算机的工作流程。软件一般可以分为以下几类。

系统软件:操作系统、编译程序、程序设计语言、连接装配程序以及与计算机密切相关的程序。

应用软件:应用程序、软件包(如数理统计软件包、运筹计算软件包等)。

工具软件:各种诊断程序、检查程序、引导程序。

裸机是计算机系统的物质基础,没有硬件就不能执行指令和实施最原始、最简单的操作,软件也就失去了效用;而若只有硬件,没有配置相应的软件,计算机就不能发挥它潜在的能力,这些硬件也就没有活力。因此,硬件和软件这二者是互相依赖、互相促进的。可以这样说:没有软件的裸机是一具僵尸;而没有硬件的软件则是一个幽灵。只有由软件和硬件有机地结合在一起的系统,才能称得上是一个计算机系统。操作系统将系统中的各种软件和硬件资源有机地组合成一个整体,使计算机真正体现系统的完整性和可利用性。

计算机系统的组成可用图1-1所示的框图来描述。从图中可看出,硬件和软件

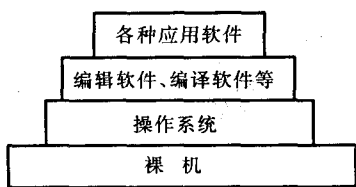


图 1-1 计算机系统的组成

以及软件各部分之间是层次结构的关系，裸机在最里层，它的外面是操作系统，经过操作系统提供的资源管理功能和方便用户的各种服务手段把裸机改造成为功能更强、使用更为方便的机器，通常称为“虚拟机”。而其他系统软件和应用软件则运行在操作系统之上，需要操作系统支撑。

因此，引入操作系统的目的可从两方面来考察。

①从系统管理人员的观点来看，引入操作系统是为了合理地去组织计算机的工作流程，管理和分配计算机系统硬件及软件资源，使之能为多个用户所共享。因此，操作系统是计算机资源的管理者。

②从用户的观点来看，引入操作系统是为了给用户使用计算机提供一个良好的界面，以便用户无需了解许多有关硬件和系统软件的细节就能方便灵活地使用计算机。

综上所述，可以把操作系统定义为：操作系统是计算机系统中的一个系统软件，它统一管理计算机的软件与硬件资源和控制程序的执行。

## 1.2 操作系统的形成与发展

为了更好地理解操作系统的基本概念、功能和特点，首先回顾一下操作系统形成和发展的历史过程。

操作系统是由于客观的需要而产生的，它伴随着计算机技术本身及其应用的日益发展而逐渐发展和不断完善。它的功能由弱到强，在计算机系统中的地位不断提高。至今，它已成为计算机系统的核心，没有计算机系统是不配置操作系统的。

第一台电子计算机于1946年问世，此后，电子计算机在其运算速度、存储容量方面急剧上升，而价格、体积、热辐射和功耗却不断下降。人们通常按照元件工艺的演变把计算机的发展过程分为以下四个阶段。

1946年—20世纪50年代末：第一代（电子管时代）。

20世纪50年代末—20世纪60年代中期：第二代（晶体管时代）。

20世纪60年代中期—20世纪70年代中期：第三代（集成电路时代）。

20世纪70年代中期至今：第四代（大规模集成电路时代）。

现在电子计算机正向着巨型、微型、并行、分布、网络化、智能化几个方向发展。在此基础上为适应客观需要，操作系统经历了如下的发展过程：手工操作阶段（无操作系统）、批处理系统、执行系统、多道程序系统、分时系统、实时系统、通用操作

系统、微机操作系统、网络操作系统、分布式操作系统。

### 1.2.1 手工操作阶段

在第一代计算机时期,构成计算机的主要元件是电子管,其运算速度慢(只有几千次/秒)。计算机由主机(运控部件、主存)、输入设备(如读卡机)、输出设备(如穿孔机)和控制台组成。当时没有操作系统,甚至没有任何软件。

人们在利用这样的计算机解题时只能采用手工操作方式,而且用户只能轮流地使用计算机。每个用户的使用过程大致如下:先把程序卡片装上读卡机,然后启动读卡机把程序和数据送入计算机,接着通过控制台开关启动程序运行。计算完毕,用户通过穿孔机输出结果。在这个过程中需要人工装卡片、人工控制程序运行、人工卸卡片,这些都是人工操作,即所谓“人工干预”。这种由一道程序独占机器且由人工操作的情况,在计算机速度较慢时是允许的,因为此时的计算时间相对较长,手工操作所占比例还不很大。

20世纪50年代后期,计算机的运行速度有了很大的提高,从每秒几千次、几千次发展到每秒几十万次、上百万次。由于计算机运行速度几十倍、上百倍地提高,因此手工操作的慢速度和计算机的高速度之间形成了矛盾,即所谓人-机矛盾。随着计算机速度的提高,人-机矛盾已到了不能容忍的地步。为了解决这一矛盾,只有摆脱人的手工干预,实现作业的自动过渡,这样就出现了成批处理。

### 1.2.2 早期批处理系统

在计算机发展的早期阶段,用户上机时需要自己建立和运行作业,并做结束处理,没有任何用于管理的软件,所有的运行管理和具体操作都由用户自己承担。为了缩短作业的建立时间,减少错误操作,尽可能地提高CPU的利用率,于是就采取以下两个措施:一个是配备专门的计算机操作员,程序员不再直接操作机器,减少操作机器的错误;另一个重要措施是进行批处理,操作员把用户提交的作业分类,把一批中的作业编成一个作业执行序列。每一批作业将有专门编制的监督程序自动依次处理。

#### 1. 联机批处理系统

用户上机前,需向机房的操作员提交程序、数据和一个作业说明书,它们提供用户标识、用户想使用的编译程序以及所需的系统资源等基本信息。这些资料必须变成穿孔信息(例如,穿成卡片的形式),由操作员把各用户提交的一批作业装到输入设备上(若输入设备是读卡机,则该批作业是一叠卡片),然后由监督程序控制送到磁带上。之后,监督程序自动输入第一个作业的说明记录,若系统资源能满足其要求,则将该作业的程序、数据调入主存,并从磁带上调入所需要的编译程序。编译

程序将用户源程序翻译成目标代码,然后由连接装配程序把编译后的目标代码及所需的子程序装配成一个可执行的程序,接着启动执行。计算完成后输出该作业的计算结果。一个作业处理完毕后,监督程序又可以自动地调下一个作业处理。重复上述过程,直到该批作业全部处理完毕。

这种联机处理方式解决了作业自动转换问题,从而减少了作业建立和人工操作的时间。但是在作业的输入和执行结果的输出过程中,CPU 仍处于停止等待状态,CPU 的时间仍有很大的浪费,于是慢速的输入/输出(I/O)设备与快速的CPU 之间形成了一对矛盾。如果把I/O 工作直接交给一个价格便宜的专用机去做,就能充分发挥主机的效率,为此出现了脱机批处理系统。

## 2. 脱机批处理系统

脱机批处理系统由主机和卫星机组成,如图1-2 所示。卫星机又称为外围计算机,它不与主机直接连接,只与外部设备打交道。卫星机负责把输入机上的作业逐个转输到输入磁带上,当主机需要输入作业时,就把输入磁带与主机连上。主机从输入磁带上调入作业并运行,计算完成后,输出结果转到输出磁带上,再由卫星机负责把输出磁带上的信息进行输出。在这样的系统中,主机和卫星机可以并行操作,二者分工明确,可以充分发挥主机的高速计算能力,因此脱机批处理系统和联机批处理系统相比大大提高了系统的处理能力。

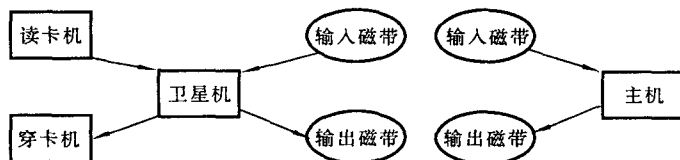


图 1-2 脱机批处理系统

批处理系统出现于20 世纪50 年代末,这是在解决人-机矛盾以及CPU 高速度和I/O 设备慢速度这一对矛盾的过程中发展起来的。它的出现促使了软件的发展,最重要的是它产生了起管理作用的监督程序。该程序完成作业的自动过渡并且负责装入和运行各种语言翻译程序(如汇编程序、编译程序)以及实用程序(如连接装配程序)。在此期间也出现了程序库和程序覆盖等新的程序设计技术。解题操作过程变成了装入→汇编(或编译)→连接装配→执行四个步骤,从而使上机操作初步实现自动化。

## 1. 2. 3 执行系统

批处理系统实现了作业的自动过渡,它的出现改善了CPU 和外设的使用情况,从而使整个计算机系统的处理能力得以提高。但也存在一些缺点,如磁带需人

工拆卸,这样既麻烦又容易出错,另一个重要的问题是系统的保护问题。在进行批处理的过程中,所涉及的监督程序、系统程序 and 用户程序之间是一种互相调用的关系。对于用户程序没有进行任何检查,若目标程序执行了一条非法停机指令,机器就会错误地停止运行。此时,只有操作员进行干预,在控制台上按启动按钮后程序才会重新启动运行。另一种情况是,如果一个程序进入死循环,系统就会踏步不前,更严重的是无法防止用户程序破坏监督程序和系统程序的事件发生。

20 世纪60 年代初期,硬件获得了两方面的进展,一是通道的引入,二是中断技术的出现,这两项重大成果导致操作系统进入执行系统阶段。

通道是一种专用处理部件,它能控制一台或多台外设工作,负责外部设备和主存之间的信息传输。它一旦被启动就能独立于CPU 运行,这样可使CPU 和通道并行操作,而且CPU 和各种外部设备也能并行操作。所谓中断,是指当主机接收到外部信号(如设备完成信号)时,马上停止原来的工作,转去处理这一事件,处理完毕之后,主机又回到原来的断点继续工作。

借助于通道和中断技术,I/O 的工作可在主机控制下完成。这时,原有的监督程序的功能扩大了,它不仅负责调度作业自动地运行,而且还要提供I/O 控制功能(用户不能直接使用启动外设的指令,I/O 请求必须通过系统去执行)。这个发展了的监督程序常驻主存,称为执行系统。

执行系统实现的是联机操作,和批处理系统不同的是:I/O 工作是由在主机控制下的通道完成的,主机和通道、主机和外设之间都可以并行操作。在执行系统中,用户程序的I/O 工作是委托给系统实现的,由系统检查其命令的合法性,以避免由于不合法的I/O 命令造成对系统的威胁,因此提高了系统的安全性。另外,由于引入了一些新的中断,如算术溢出和非法操作码中断等,因此克服了错误停机的弊病,而且时钟中断可以解决用户程序中出现的死循环现象。

## 1.2.4 多道程序系统

### 1. 多道程序设计

上述批处理系统因为每次只调用一个用户作业程序进入主存并运行,故称为单道批处理系统。其主要特征如下。

①自动性。在顺利的情况下,磁带上的一批作业能自动地、逐个作业依次运行,而无需人工干预。

②顺序性。磁带上的各道作业是顺序地进入主存的,各道作业完成的顺序与它们进入主存的顺序之间,在正常情况下应当完全相同,亦即先调入主存的作业先完成。

③单道性。主存中仅有一道程序并使之运行,即监督程序每次从磁带上只调入

一道程序进入主存运行,仅当该程序完成或发生异常情况时,才调入其后继程序进入主存运行。

图1-3所示说明了单道程序运行时的情况。图中说明用户程序首先在CPU上进行计算,当它需要进行I/O传输时,向监督程序提出请求,由监督程序提供服务,并帮助启动相应的外部设备进行传输工作,这时CPU空闲等待。当外部设备传输结束时发出中断信号,由监督程序中负责中断处理的程序做处理,然后把控制权交给用户程序,让其继续计算。

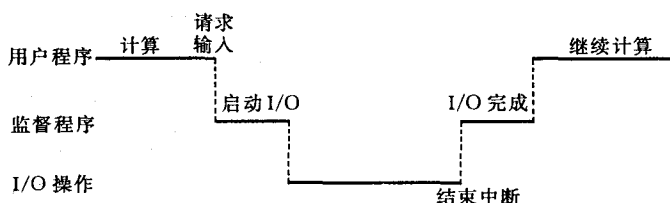


图1-3 单道程序工作示例

从图中可以看出,当外部设备进行传输工作时,CPU处于空闲等待状态;反之,当CPU工作时,I/O设备又无事可做。这说明,计算机系统各部件的效能没有得到充分的发挥,其原因在于主存中只有一道程序。在计算机价格十分昂贵的20世纪60年代,提高设备的利用率是首要目标。为此,人们设想能否在系统中同时存放几道程序,这就引入了多道程序设计概念。

多道程序运行情况如图1-4所示。图示中,用户程序A首先在处理器上运行,当它需要从输入设备输入新的数据而转入等待时,系统帮助它启动输入设备进行输入工作,并让用户程序B开始计算。程序B经过一段计算后需要从输出设备输出一批数据,系统接受请求并帮助启动输出设备工作。如果此时程序A的输入尚未结束,也无其他用户程序需要计算,处理器就处于空闲状态,直到程序A在输入结束后重新运行。若程序B的输出工作结束时程序A仍在运行,则程序B继续等待,直到程序A计算结束再次请求I/O操作,程序B才能占用处理器。

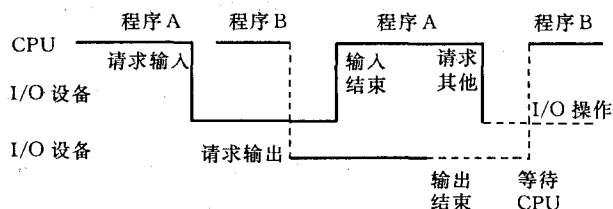


图1-4 多道程序工作示例