

第 3 章 操作系统基础

操作系统被称为计算机的指挥中枢,它随着计算机硬件技术和软件技术的发展而发展。在现代计算机系统中使用操作系统,可以充分、合理地使用计算机系统所包含的各种软、硬件资源,提高整个计算机系统的使用效率;用户可以方便灵活、安全可靠地使用计算机系统。操作系统是现代计算机系统的重要组成部分。

本章主要内容如下:

- 操作系统概述;
- Windows XP 基础。

3.1 操作系统概述

每当打开计算机,它运行的第一个程序就是操作系统(Operating System,OS)。如前一章所述,计算机系统是一个由硬件系统和软件系统组成的有层次结构的系统,计算机系统的最底层是硬件系统,如果用户通过直接编程来控制硬件非常麻烦,也很容易出错,因此,在硬件基础上加上一层软件来控制和管理硬件,这样就可以起到隐藏硬件复杂性的作用。图 3-1 中最接近硬件的软件就是操作系统,它是配置在计算机硬件上的第一层软件,是对硬件系统的首次扩充。它在计算机系统中占据了特别重要的地位,而其他的诸如汇编程序、编译程序、数据库管理系统等系统软件,以及大量的应用软件,都将依赖于操作系统的支持,取得它的服务。操作系统已成为现代计算机系统必须配置的系统软件。

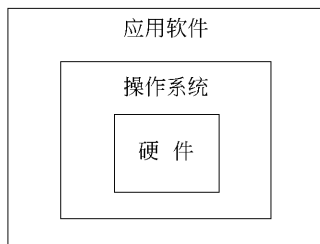


图 3-1 操作系统与软硬件的关系图

3.1.1 操作系统的基本概念

1. 操作系统的定义

操作系统是一组控制和管理计算机软硬件资源,为方便用户使用计算机而设计的软件集合。它是配置在计算机硬件上的第一层软件,是对硬件功能的扩充。操作系统在整个计算机系统中具有极其重要的特殊地位,它不仅是硬件与其他软件系统的接口,也是用户和计算机之间进行“交流”的工具。

2. 操作系统的作用

操作系统的作用是统一调度、统一分配和统一管理所有的硬件设备和软件系统,使各个部分之间协调一致、有条不紊地工作,使计算机系统的所有资源最大限度地发挥作用,为用户提供方便、有效、友好的服务界面。

操作系统的主要作用体现在如下两个方面。

(1) 有效地管理计算机资源。操作系统可以合理地组织计算机的工作流程,使软件和硬件之间、用户和计算机之间、系统软件和应用软件之间的信息传输和处理流程准确畅通,有效地管理和分配计算机系统的软硬件资源,使得有限的系统资源能够发挥更大的作用。

(2) 方便用户使用计算机。操作系统通过内部复杂的综合处理过程,为用户提供方便、有效、友好的操作界面,以使用户无需了解计算机硬件或系统软件的有关细节就能方便地使用计算机。

3. 操作系统分类

根据操作系统的使用环境和功能特征的不同,可以将其分为批处理系统、分时系统、实时操作系统、嵌入式操作系统、网络操作系统和分布式操作系统。

(1) 批处理系统。批处理系统(Batch Processing System)的突出特征是“批量”处理,它把提高系统处理能力作为主要设计目标。它的主要特点是用户脱机使用计算机,操作方便;批量处理,提高了 CPU 利用率。它的缺点是无交互性,即用户一旦将程序提交给系统后就失去了对它的控制能力,用户使用不方便。

(2) 分时系统。分时系统(Time-Sharing System)是指多个用户通过各自的终端共享一台主机的 CPU。为使一个 CPU 为多道程序服务,将 CPU 划分为很小的时间片,采用循环轮转方式将这些 CPU 时间片分配给排队队列中等待处理的每个程序,由于时间划分得很小,循环执行得很快,使得每个程序都能得到 CPU 的处理,好像在独享 CPU。分时操作系统的主要特点是允许多个用户同时运行多个程序,每个程序都是独立操作、独立运行、互不干涉。现代通用操作系统中都采用分时处理技术。

(3) 实时操作系统。实时操作系统(RealTime Operating System)是实时控制系统和实时处理系统的统称。所谓实时就是要求系统及时响应外部条件的要求,在规定的时间内完成处理,并控制所有实时设备和实时任务协调一致地运行。

实时操作系统通常是具有特殊用途的专用系统。实时控制系统也称为过程控制系统,例如,通过计算机对飞行器、导弹发射过程的自动控制,计算机应及时对测量系统测得的数据进行加工,对目标进行跟踪并按照一定的规则对目标进行有效的控制。实时处理系统主要是指对信息进行及时处理的系统。

(4) 嵌入式操作系统。嵌入式操作系统(Embedded Operating System)是指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资源进行统一协调、调度、指挥和控制的操作系统。嵌入式操作系统具有通用操作系统的基本特点,能够有效管理复杂的系统资源。与通用操作系统相比较,嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固态化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。

(5) 网络操作系统。网络操作系统(Network Operating System)是基于计算机网络的操作系统。它的功能包括网络管理、通信、安全、资源共享和各种网络应用。网络操作系统的目标是用户可以突破地理条件的限制,方便使用远程计算机资源,实现网络环境下计算机之间的通信和资源共享。

(6) 分布式操作系统。分布式操作系统(Distributed Operating System)是指通过网络将大量计算机连接在一起,以获取极高的运算能力、广泛的数据共享以及实现分散资源管理等功能为目的的一种操作系统。它具有分布性和可靠性等优点,它可以集各分散节点计算机资源为一体,以较低的成本获取较高的运算性能;在整个系统中包含多个 CPU,当某一个

或几个 CPU 发生故障时,整个系统仍能够工作。显然,在对可靠性有特殊要求的应用场合中可选用分布式操作系统。

4. 操作系统的特征

现代操作系统的功能之所以越来越强大,这与操作系统的基本特征是分不开的。现代操作系统的基本特征如下。

(1) 并发性。在计算机中可以同时执行多个程序。

(2) 共享性。多个并发执行的程序可以共同使用系统的资源。由于资源的属性不同,程序对资源共享的方式也不同。互斥共享方式,限于具有“独享”属性的设备资源(如打印机、显示器),它只能以互斥方式使用;同时访问方式,适用于具有“共享”属性的设备资源(如磁盘、服务器),它允许在一段时间内有多个程序同时使用。

(3) 虚拟性。虚拟性是把逻辑部件和物理实体有机结合为体的处理技术。通过虚拟技术可以把一个物理实体对应于多个逻辑对应物。物理实体是实的(实际存在),而逻辑对应物是虚的(实际不存在)。通过虚拟技术,可以实现虚拟处理器、虚拟存储器、虚拟设备等。

(4) 不确定性。在多道程序系统中,由于系统共享资源有限(如只有一台打印机),并发程序的执行受到一定的制约和影响。因此,程序运行顺序、完成时间以及运行结果都是不确定的。

3.1.2 进程管理

在早期的计算机系统中,一旦某个程序开始运行,它就占用了整个系统的所有资源,直到该程序运行结束,这就是所谓的单道程序系统。在单道程序系统中,任何一个时刻只允许一个程序在系统中执行,正在执行的程序控制整个系统的资源,一个程序执行结束后才能执行下一个程序。因此,系统的资源利用率不高,大量的资源在许多时间内处于闲置状态。如图 3-2 所示,这是在单道程序系统中 CPU 依次运行 3 个程序的情况。

首先程序 A 被加载到系统内执行,执行结束后再加载程序 B 执行,最后加载程序 C 执行,这 3 个程序不能交替运行。



图 3-2 单道程序系统中程序的执行

为了提高系统资源的利用率,后来的操作系统允许同时有多个程序被加载到内存中执行,这样的操作系统被称为多道程序系统。在多道程序系统中,从表面上看,系统中多道程序好像同时在执行,而实质上,任何一个时刻仅能执行一道程序,系统中各程序是交替执行的。由于系统中同时有多道程序在运行,它们共享系统资源,提高了系统资源的利用率,但是操作系统必须承担资源管理的任务,要求能够对包括处理机在内的系统资源进行管理。如图 3-3 所示,这是在多道程序系统中 3 个程序交替运行的情况。程序 A 没有结束就放弃了 CPU,让程序 B 和程序 C 执行,程序 C 没有结束又让程序 A 抢占了 CPU。

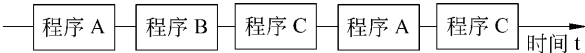


图 3-3 多道程序系统中程序的执行

1. 进程的概念

进程是现代操作系统中一个最基本的概念,进程是一个具有独立功能的程序对数据集

的一次执行。一个程序和执行一个程序的活动之间是有差别的。前者仅仅是一系列静态的指令,然而后者是一个动态活动,该活动的属性随时间而变化,这种活动被称为进程(process)。

一个进程包含活动的当前状态,这被称为进程状态(process state)。这个状态包括了被执行的程序当前所在的位置(程序计数器的值)和在其他 CPU 寄存器以及相关存储单元中的值。

进程状态是在某一时刻机器的一个快照。在一个程序执行的不同时间(进程中的不同时间)可以观察到不同的快照(也就是不同的进程状态)。

一个单独的程序能够同时与多个进程有关联。

2. 进程的特征

进程和程序是两个不同的概念,进程有下面 4 个基本特征,这些特征是进程与程序的区别所在。

(1) 动态性。进程是程序的一次执行过程,是一个动态的概念,而程序是计算机指令的集合,是一个静态的概念。动态性还表现在:进程由创建而产生,由调度而执行,因得不到资源而暂停执行,以及由撤销而消亡。

(2) 并发性。并发性是指系统中可以同时有几个进程在活动,也就是说,同时存在几个程序的执行过程。并发性是进程的重要特征之一,也就是操作系统的重要特征。引入进程就是为了描述操作系统的并发特征,并发性提高了计算机系统资源的利用率。

(3) 独立性。进程是一个能够独立运行的基本单位,也是系统资源分配和调度的基本单位。进程获得资源后执行,失去资源后暂停执行。

(4) 异步性。进程按各自独立的、不可预知的速度前进,也就是说,进程是按异步方式运行的。内存中的一个进程什么时候被交给 CPU 执行、执行多少时间都是不可知的,因此,操作系统需要负责各个进程之间的协调运行。

3. 进程的状态和转换

一个进程在执行过程中,会有很多的状态(State),所谓状态就是指目前进程所处的执行情况。一个进程一般来说有下列几类状态。

- 新建(New): 进程刚被创建时的状态。
- 执行(Running): 进程中的指令正在执行时的状态,即该进程正在使用 CPU 资源。
- 等待(Waiting): 进程正在等待一些事件的发生。
- 就绪(Ready): 进程目前已经准备好被执行。
- 终止(Terminated): 进程已经执行结束。

在进程的上述状态中,只有“执行”状态才占用 CPU 的资源。一般来说,进程的状态转换过程如图 3-4 所示。

当若干进程同时在系统中执行时,可能会是独立的进程,也可能是合作的进程。通常,操作系统提供共享内存或者消息传递的方法来完成进程间的合作。

系统允许同时存在多个进程轮流被执行,而且

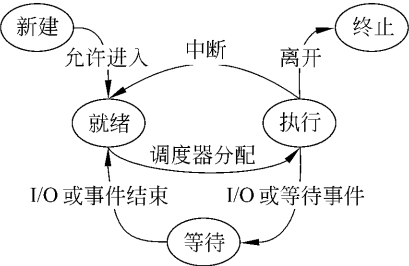


图 3-4 进程状态图

可以动态地建立与删除进程,但是进程间的切换可能造成系统许多额外的负担,因此才有了线程的概念。

4. 进程协调

与进程协调相关的任务由操作系统核心程序中的调度程序和控制程序处理。为了记录所有的进程,调度程序在主存储器中保存了一块称作进程表的信息。每当给机器分配一个新的任务时,调度程序通过在进程表中加入一条新记录来为那个任务创建一个进程。这条记录包括分配给进程的(从存储管理器得到的)存储区域、进程的优先级和进程的状态等信息。

操作系统中的控制程序用来确保被调度进程的执行。在分时系统中,这个任务通过把时间分成片断来实现,每一个片断被称为时间片(通常不超过 50ms),然后在进程中间改变 CPU 的注意力,在一个时间段内执行进程(如图 3-5)。从一个进程改变到另外一个进程的过程称作进程转换或者上下文转换。

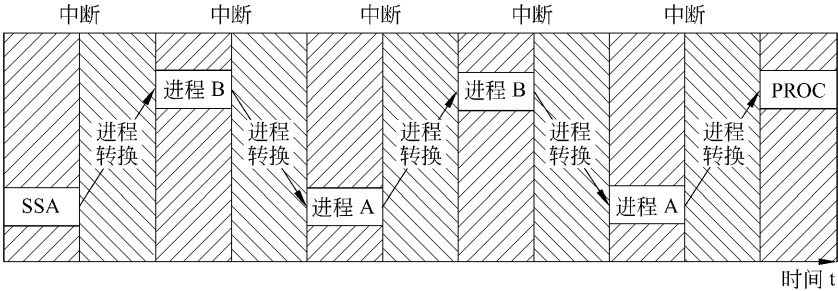


图 3-5 分时系统的进程转换

每次一个进程开始它的时间片时,控制程序初始化一个计时电路,用它来计量时间。在时间片的最后,时间电路产生一个中断信号。CPU 立刻对这个信号加以反应,就好像你对这个任务的中断反应一样。你会停止你正在做的事情,记录下你现在所处的位置,同时关注请求中断的实体。当 CPU 接收一个中断信号的时候,它完成当前的机器周期,保存当前进程的位置,并且开始处理一个叫做中断处理程序的程序。

在分时系统中,最重要的就是停止然后重新启动一个进程的能力。如果你在读书的时候被打断,你继续读书的能力依赖于你记忆里读到的段落和你在那一点积累的信息的能力。也就是说,你必须能够重新创造被中断以前的环境。在进程的情况中必须记录程序计数器的值以及寄存器和永久存储单元的内容。分时系统在 CPU 对中断信号的反应中包含了保存这些信息的任务,当该进程重新获得时间片运行时这些信息被用来恢复上次中断时的环境。

5. 观察 Windows 操作系统中进程的运行状态

在 Windows 环境下,按 Ctrl+Alt+Delete 组合键打开 Windows 任务管理器观察进程的运行情况。图 3-6 显示了任务管理器中的应用程序列表,其中包括 Word 和 Visio 两个应用程序。图 3-7 显示了任务管理器中的进程列表。

为了便于对比,最好在观察前关闭所有应用程序。在应用程序执行前,任务管理器的“应用程序”标签栏内没有任何内容,而在“进程”标签栏内显示了很多系统进程。在应用程



图 3-6 应用程序列表

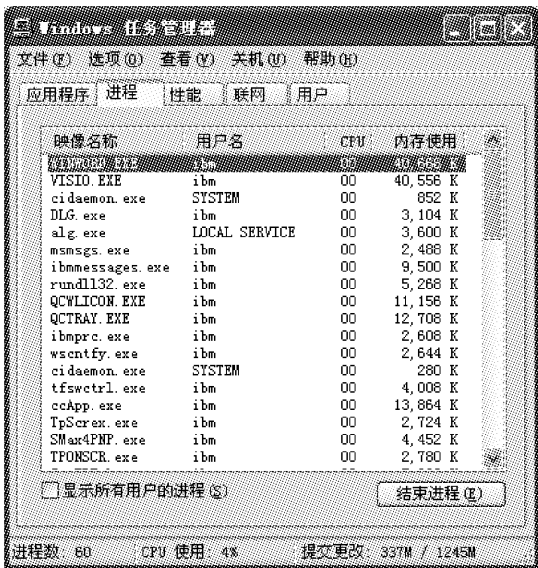


图 3-7 进程列表

序执行后，任务管理器的“应用程序”标签栏内显示了正在执行的应用程序，任务管理器的“进程”标签栏内显示了与正在执行应用程序相应的进程。

6. 线程

随着硬件和软件技术的发展，为了更好地实现并发处理和共享资源，提高 CPU 的利用率，目前许多操作系统把进程再细分成线程(Threads)。一个进程可以有多个线程，线程之间共享地址空间和资源。

引入线程的优点如下。

- (1) 加快了调度。因为线程的调度、切换比进程的调度、切换快。
- (2) 线程的创建比进程快。
- (3) 在进程可划分为多个同时执行的线程的情况下，特别适合多 CPU 的系统结构。进程的并发通过线程的并发来实现。

7. 线程与进程的比较

- (1) 进程和线程都是动态概念，它们的生命周期都是短暂的。
- (2) 线程是进程的一个组成部分。
- (3) 进程不再是基本的调度单位，系统以线程作为调度单位，真正执行的是线程。
- (4) 多进程是并发的，多线程也是并发的。
- (5) 进程拥有资源，线程没有自己独有的资源，它共享所依附进程的资源。
- (6) 进程有多种状态，线程也有多种状态。
- (7) 进程的创建、切换、撤销都需要较大的时空开销，而进程的多个线程都在进程的地址空间活动，线程的通信、切换所需要的系统开销相对较小。

8. 调度(Scheduling)的概念

在一个多进程的系统中，调度是最基本也是最重要的概念之一。允许多个进程同时在系统中执行，最主要的目的就是提高 CPU 的使用率。对单一 CPU 的系统而言，同一时间

内只会会有一个进程在执行,其他的进程则必须等到 CPU 空闲的时候才有机会取得 CPU 的使用权来执行程序。也就是说,一个进程在执行时会有很多时间在等待中。若是某一进程变成等待状态,该进程会被操作系统从就绪队列中删除,然后由调度器在就绪队列中选出一个该操作系统调度算法认为最“适当”的进程,并将 CPU 的使用权交给这个进程。这就是调度的主要概念。

就整个系统来说,由于计算和输入/输出操作并行,因此操作系统必须能控制、管理并调度这些并行的动作。除此之外,操作系统还要调整主存中各程序(进程)之间的动作以免相互发生干扰、造成严重后果。

9. 中断机制

中断是指计算机在执行期间,如果无特殊事件发生,CPU 继续执行;如果系统内发生任何非同寻常或非预期的急需处理事件,CPU 暂时中断当前程序的执行,转去执行相应的事件处理程序,等到事件处理结束后,再让原来的程序占用 CPU 继续执行。

中断装置由一些特定的寄存器和控制线路组成。由中央处理器和外围设备等识别到的事件被保存到特定的寄存器中,中央处理器每执行完一条指令,就由中断装置来判别是否有事件发生。

中断机制是现代计算机系统中的基础设施之一,它在系统中起着通信网络的作用,以协调系统对各种外部事件的响应和处理。中断机制包括硬件的中断装置和操作系统的中断处理服务程序。

一般来说,中断系统主要实现以下 3 个功能。

(1) 发现中断源,提出中断请求。如果发现多个中断源,则根据规定的优先级,先后发出中断请求。

(2) 保护现场。将处理器中某些寄存器内的信息存放于存储器,使得中断处理程序运行时,不会破坏被中断程序的有用信息,以便在中断处理结束后能继续使用。

(3) 启动处理事件的程序。当发生中断事件时,中断装置将程序状态字寄存器的内容存放好。在适当的时候,将处理中断程序的程序状态字送入处理器的程序状态字寄存器,从而启动处理中断的程序。

3.1.3 操作系统的功能

操作系统的主要任务是有效管理系统资源、提供友好便捷的用户接口。为实现其主要任务,操作系统具有以下 5 大功能:处理机管理、存储器管理、设备管理、文件系统管理和接口管理。

1. 处理机管理

在传统的多道程序系统中,处理机的分配和运行都是以进程为基本单位,对处理机的管理可归结为对进程的管理;在引入了线程的操作系统中也包含对线程的管理。处理机管理的主要功能包括创建和撤销进程(线程)、对进程(线程)的运行进行协调、实现进程(线程)之间的信息交换以及进程(线程)调度。

在多道程序系统中,由于存在多个程序共享系统资源的事实,就必然会引发对处理机(CPU)的争夺。如何有效地利用处理机资源,如何在多个请求处理机的进程中选择取舍,这就是进程调度要解决的问题。处理机是计算机中宝贵的资源,能否提高处理机的利用率,

改善系统性能,在很大程度上取决于调度算法的好坏。因此,进程调度成为操作系统的核心。在操作系统中负责进程调度的程序被称为进程调度程序。

(1) 进程调度程序的功能。在进程调度过程中,由于多个进程需要循环使用 CPU,所以进程调度是操作系统中最频繁的工作。不管是运行态进程、等待态进程,还是就绪态进程,当它们面临状态改变的条件时,都要由进程调度程序负责处理。例如,当正在运行的进程执行完一个 CPU 时间片后,进程调度程序将它插入到就绪态队列的尾部;保存该进程的中断现场信息;将其进程状态修改为“就绪态”;同时,根据进程优先级和进程调度既定算法,从就绪态进程队列中选取优先级别最高的进程投入运行。当某个进程结束时,或者某进程因所需资源得不到满足时,都要由进程调度程序负责相应的处理。

进程调度的主要功能如下。

① 记录系统中所有进程的情况,包括进程名、进程状态、进程优先级和进程资源需求等信息。

② 根据既定的调度算法,确定将 CPU 分配给就绪队列中的某个进程。

③ 回收和分配 CPU,当前进程转入适当的状态后,系统回收 CPU,并将 CPU 分配给就绪队列中调度算法选取的下一个进程。

(2) 进程调度方式。进程调度方式分为非剥夺式(不可抢占式)和剥夺式(抢占式)两种;非剥夺式调度是让正在执行的进程继续执行,直到该进程完成或发生其他事件,才移交 CPU 控制权;剥夺式调度是当“重要”的或“系统”的进程出现时,便立即暂停正在执行的进程,将 CPU 控制权分配给“重要”的或“系统”的进程。剥夺式调度反映了进程优先级的特征及处理紧急事件的能力。

(3) 进程调度算法选择。进程调度算法的选择与系统的设计目标和系统的工作效率是密切相关的。进程调度算法的优劣直接关系到进程调度的效率,不同操作系统通常是采用不同的进程调度算法。选择进程调度算法时要考虑的因素包括以下几个。

① 尽量提高资源利用率,减少 CPU 空闲时间。

② 对一般程序采用较合理的平均响应时间。

③ 应避免有的程序长期得不到响应的情况。

进程调度算法的种类很多,常见的进程调度算法有:先到先服务(FCFS)算法、短进程优先算法、优先级高优先算法和时间片轮转法。

2. 存储器管理

存储器(内存)管理的主要工作是为每个用户程序分配内存,以保证系统及各用户程序的存储区互不冲突;内存中无论有多少系统或用户程序在运行,都要保证这些程序的运行不会有意或无意地破坏其他程序的运行;当某个用户程序的运行导致系统可提供的内存不足时,如何把内存与外存结合起来使用管理,给用户提供一个比实际内存大得多的虚拟内存,从而使用户程序能顺利地执行。

(1) 内存分配。内存分配的主要任务是为每道程序分配内存空间;提高存储器的利用率,以减少不可用的内存空间;允许正在运行的程序申请附加的内存空间,以适应程序和数

据动态增长的需要。

(2) 地址的转换。在编制程序的时候,程序设计人员使用逻辑地址存放并运行程序,当程序被调入内存时,操作系统将程序中的逻辑地址变换成存储空间中的物理地址。

(3) 内存的保护。由于内存中有多个进程,为了防止一个进程的存储空间被其他进程破坏,操作系统要采取软件和硬件结合的保护措施。不管用什么方式进行存储分配和地址转换,在操作数地址被计算出来后,先要检查它是否在该程序分配到的存储空间之内,如果是的话,就允许访问这个地址,否则就拒绝访问,并把出错信息通知给用户和系统。

(4) 虚拟内存。在计算机系统中,操作系统使用硬盘空间模拟内存,为用户提供了一个比实际内存大得多的内存空间。在计算机的运行过程中,当前使用的部分保留在内存中,其他暂时不用的存放在外存中,操作系统根据需要进行内外存交换。

虚拟内存的最大容量与 CPU 的寻址能力有关。

如果 CPU 的地址线是 20 位的,因此虚拟内存最多是 1MB,而 Pentium 芯片的地址线是 32 位,所以虚拟内存可以达到 4GB。

虚拟内存存在 Windows 中又称为页面文件。在 Windows 安装时默认创建虚拟内存页面文件是计算机 RAM 的 1.5 倍,以后会根据实际情况自动调整。图 3-8 是某台计算机 Windows XP 系统中虚拟内存的情况(选择“开始”→“所有程序”→“控制面板”→“系统”→“高级”→“性能设置”→“高级”,显示“虚拟内存”对话框)。

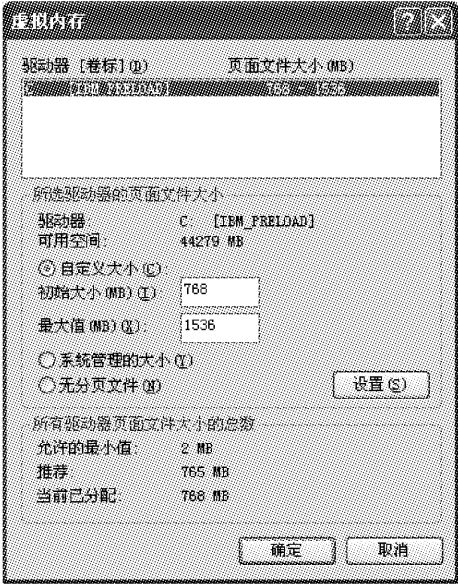


图 3-8 Windows XP 系统虚拟内存

3. 文件系统管理

文件是具有文件名的一组相关信息的集合。在计算机系统中,所有的程序和数据都是以文件的形式存放在计算机的外存储器(如磁盘等)上。例如,一个 C/C++ 源程序、一个 Word 文档和各种可执行程序等都是一个文件。

在操作系统中,负责管理和存取文件信息的部分称为文件系统或信息管理系统。在文件系统的管理下,用户可以按照文件名访问文件,而不必考虑各种外存储器的差异,不必了解文件在外存储器上的具体物理位置以及存放方式。文件系统为用户提供了一个简单、统一的访问文件的方法。

(1) 文件的基本概念。

① 文件名。在计算机中,任何一个文件都有文件名。文件名是存取文件的依据。一般情况下,文件名分为主文件名和扩展名两个部分。

一般来说,主文件名应该用有意义的词语或数字命名,以使用户识别。例如,Windows 中 Internet 浏览器的文件名为 Explorer.exe。

不同的操作系统其文件名命名规则有所不同。有些操作系统不区分大小写,如 Windows,而有些区分大小写,如 UNIX。

② 文件类型。在绝大多数的操作系统中,文件的扩展名表示文件的类型。不同类型文件的处理不同。在不同的操作系统中,表示文件类型的扩展名并不尽相同。Windows 中常见的文件扩展名及其意义见表 3-1。

表 3-1 文件扩展名及其意义

文件类型	扩展名	说 明
可执行程序	exe、com	可执行程序文件
源程序文件	c、cpp、bas、asm	程序设计语言的源程序文件
目标文件	obj	源程序文件经编译后产生的目标文件
批处理文件	bat	将若干系统命令组织在一起,供用户连续执行
图像文件	bmp、jpg、gif	图像文件,不同的扩展名表示不同格式的图像文件
流媒体文件	wmv、rm	能通过 Internet 播放的流式媒体文件
音频文件	wav、mp3、midi	声音文件,不同的扩展名表示不同格式的音频文件
网页文件	html、asp	一般来说,前者是静态的,后者是动态的

③ 文件属性。文件除了文件名外,还有文件大小、占用空间、所有者信息等,这些信息称为文件属性。

如图 3-9 所示,Windows 文件的主要属性如下。

只读: 设置为只读属性的文件只能读,不能修改或删除。

隐藏: 具有隐藏属性的文件在一般的情况下是不显示的。如果设置了显示隐藏文件,则隐藏的文件和文件夹是浅色的。

存档: 任何一个新创建或修改的文件都有存档属性。当使用“备份”系统工具备份系统后,文件的存档属性消失。

④ 文件操作。不同格式的文件会有不同的应用和操作。文件的常用操作包括执行文件、建立文件、打开文件、写入文件、删除文件和属性更改等。

(2) 目录管理。一个磁盘上的文件成千上万,为了有效地管理和使用文件,大多数的文件系统允许用户在根目录下建立子目录,在子目录下再建立子目录,也就是将目录结构构建成树状结构,然后将文件分门别类地存放在不同的目录中,如图 3-10 所示。这种目录结构像一棵倒置的树,树根为根目录,树中每一个分枝为子目录,树叶为文件。在树状结构中,用户可以将相关的文件放在同一个子目录中,也可以按文件类型或用途将文件分类存放;同名文件(子目录)可以存放在不同的目录中;也可以将访问权限相同的文件放在同一个目录里,以便于集中管理。

在 Windows 系统中,将目录称为文件夹。它将计算机上的所有资源都组织在桌面上,从桌面开始可以访问“我的文档”、“我的电脑”、“网上邻居”、“回收站”、“控制面板”、任何磁



图 3-9 文件属性