

第3章 计算机软件系统

前两章指出,计算机只是一种数据(信息)处理机器。在计算机上实现数据处理要解决两个核心问题:数据的表示和数据加工的表示。计算机是由相互关联的成分所组成的一个系统。计算机系统通常分成两部分:硬件和软件。硬件是组成计算机的物理设备,而软件则是完成数据处理任务必需的各种程序的集合。软件和硬件相互依存,是构成计算机系统不可或缺的两个组成部分。

第2章又指出,现在再把软件的概念等同于程序起码是不够准确了。软件的现代定义可以描述为:计算机软件是程序、文档、数据和开发规范的集合。当然,由于习惯以及方便叙述之故,即使在专业的范畴里也往往不加区分地使用“软件”和“程序”这两个字眼。这并不代表对软件的概念没有正确的认识。

第1章已经指出,要计算机解决现实世界中任何数据处理问题,必须先提出一个算法,然后依据算法设计程序,执行程序作业,如图3-1所示。所以,程序是解决问题算法的体现。计算机执行程序中规定的各种操作,完成数据处理任务。

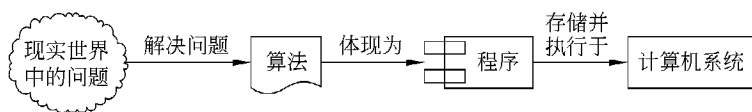


图 3-1 计算机解决问题的过程

从计算机底层的角度来看,程序是机器指令的一个序列。从程序设计语言的角度来看,程序是用更容易理解和表达的语言记号对数据和数据加工过程的描述。

软件是计算机的灵魂,如同人类大脑里的思想和知识。本章先讲述软件系统的构成,再介绍有代表性的两类计算机软件:操作系统和程序设计语言处理软件。

3.1 软件系统

3.1.1 软件系统的组成

根据功能特点,可以把各种各样的计算机程序分成两大类,即系统软件和应用软件。

1. 系统软件

系统软件(system software)是指能够扩展硬件功能的各种程序的集合。

一类系统软件负责管理计算机系统的资源,与计算机硬件紧密地结合,使计算机系统的硬件部件、相关的软件和数据相互协调地工作。同时支持用户很方便地使用计算机,高效率地共享计算机系统的资源。

操作系统(operating system)是系统软件的代表。计算机要完成的任务虽然各不相同,但会涉及一些所有用户共同需要的基础性操作。例如,都要通过输入设备取得数据,向输出

进行录入、编辑、存储、排版和打印等操作。在现代社会中,文字处理已成为人们必须掌握的一项基本技能。文字处理软件使用户能够在计算机显示器上以“所见即所得”方式进行工作,并且处理对象已经不仅仅局限于文字,可以混合插入图形、图像、表格和声音等其他形式的数据对象。微软公司的产品 Word 和国内金山公司的产品 WPS 都是文字处理软件的典型代表,应用极其广泛。

一般来说,文字处理软件的功能可以归纳如下:

1) 创建文本

可以建立一个空白的新文档;利用键盘输入文字,能够自动换行,按 Enter 键生成段落;软件提供字典、词库等工具,可以在文字输入过程对拼写、语法等进行检查和提示;需要时可以在文档里设置表格、图形和其他形式的数据;输入结束后,可以把新文档保存到磁盘上去。

2) 编辑文档

打开一个已经建立并且保存起来的文档,就可以进行各种各样的文字编辑操作。例如,插入、删除和修改文字;搜索特定的文字串并加以替换;剪切、复制、粘贴文字;合并文档,插入、拼接其他文档里的文字和图表;编辑结束后关闭文档,重新存储。

3) 版面编排

可以对字符、段落和页面进行排版设置。

设置字符格式包括选择字体、字号、字型、颜色、修饰效果和字距等;设置段落格式包括选择段落缩进方式、对齐方式、行间距和段间距等;设置页面的格式包括纸型规格、页边距、页码、页眉和页脚等。

4) 打印文档

打印前,可以进行打印样式的预览;可以选择不同的打印机型号;指定打印的页面等。

5) 其他功能

包括设置文档视图方式、管理文档、页面分栏、邮件合并、插入超链接、设置参数、操作出错的恢复处理和对文档进行修订等。

2. 电子表格软件

由行与列所组成的表格(grid)是人们处理数据的一种有力工具,表现形式极为直观。电子表格(spread sheet)软件在计算机内生成一个“大表格”,用户可以在上面很方便地进行数据插入、数据统计分析和生成统计图表等操作。所以,在各行各业办公室业务中得到极其广泛的应用。Excel 是目前最为流行的一种电子表格软件包。

一般来说,电子表格软件具有下列一些功能。

1) 表格的表达

单元格(cell)是电子表格的单位,用所在的行(row)号和列(column)号标识,格内存放数据值;许多单元格(分成行、列)组成一个工作表(worksheet);若干个工作表可以组成一个工作簿(book)存储在磁盘文件中。

2) 基本操作

新建工作簿,在工作表中输入、修改数据,保存工作簿。

3) 工作表的编辑

选定单元格、表格区作为操作对象,插入、删除单元格或行、列,表格数据的复制、移动、清除、查找与替换、编辑动作的撤销与恢复。

4) 公式和函数

利用定义的运算公式和函数可以很方便地计算出某个单元格中的结果数据值,例如求一行或一列单元格数据的总和。而且当关联的数据值出现变化时,结果数据也随之改变。

5) 制作图表

图表(analytical graphics)是工作表的图形表示。利用不同形式的图形(chart),使表数据的统计显得直观、更容易理解。图形形式可达十余种,包括直方图、折线图和饼图等,有平面图表,也有立体图表。

6) 数据管理与统计

可以依据电子表格建立数据库表,可以对数据库表的表行(也称为记录)进行增、删、修改、查找、排序和汇总等操作,利用表数据制作图表。

电子表格的运行界面如图 3-3 所示。



The screenshot shows the Microsoft Excel 5.02 application window. The menu bar includes File (F), Edit (E), View (V), Insert (I), Format (O), Tools (T), Data (D), Window (W), and Help (H). The toolbar contains icons for file operations and editing. The spreadsheet has columns labeled A through H and rows numbered 1 through 17. The data is organized as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	学号	姓名	专业年级	作业1	作业2	作业3	作业4	作业5
2	537331134	陈科	SV05	4.5	2.5	3.5	2	5
3	537331144	陈建培	SV05	4	3	4	2	5
4	537331154	张玲	SV05	4.5	2.5	3	4	5
5	537331328	成志强	SV05			1.5	3	
6	537331449	余金男	SV05	4.5	4	3.5	2	5
7	537331480	杨立峰	SV05	3	3	2	2	4.5
8	537334139	蔡文华	SN05	3	3	2	2	5
9	537334151	陈慧源	SN05	4	4	3.5	4	5
10	537334241	徐科	SN05					
11	537335106	曾欣	SA05	4.5	2.5			
12	537335110	钟俊杰	SA05	4	4	4	3.5	5
13	537335111	梁志伟	SA05	4	4	3.5	3.5	5
14	537335112	李泳冬	SA05	4	4	3.5	4	
15	537335113	朱光敬	SA05	4	3	3	3	5
16	537335115	熊宇山	SA05	4.5	4.5	4.5	4	5
17	537335117	卢洪伦	SA05	3.5	3.5	3.5	4.5	5

图 3-3 Excel 的运行界面

3. 图像演示软件

计算机图像处理技术相当复杂。图像演示(presentation graphics)只是其中一种技术,是演示软件的一项功能。软件能够生成、显示、处理各种形式的图形和图像,可以是直方图之类的统计图,也可以是照片、动画和图画等。除了图像外,演示软件也可以显示文字、声音等叙述性数据,是进行教学、举办会议、交流展示的重要工具。

PowerPoint 是当前最为流行的制作和播放演示文稿的应用软件。把包括文字、图形、图像、动画和声音的演示文稿制作成“幻灯片”的形式,可以在显示器上显示,也可以用投影机播放到大屏幕上去。

4. 浏览器

计算机网络是利用通信线路和设备,连接不同计算机所组成的系统,已经成为现代社会计算机应用的重要模式。人们通过网络实现计算机之间信息传递和资源共享。成千上万横跨不同地域的计算机网络建立起来之后,人们又提出了网络互联的概念。因特网就是一个

覆盖全球的“计算机网络的网络”。而万维网是因特网提供的一种服务,它以网站和网页的形式提供信息访问服务。

依靠浏览器应用软件才能在因特网上漫游,选择网站,观看网页。浏览器是一个在自己计算机上运行的客户端程序,用户通过它提出访问网站的要求,用户的请求通过网络传送到相连的网络服务器,服务器上的程序完成在指定网站上读取数据的操作,然后把网页传送到用户所在的计算机,再由浏览器负责在显示器上展现这些信息。



图 3-4 IE 浏览器
软件图标

使用最广泛的浏览器软件包括 Internet Explorer(如图 3-4 所示)、Mozilla Firefox 等。

5. 财务会计软件

财务会计软件(finance/accounting package)是一种以财务会计制度为依据,以财务会计理论和财务会计方法为核心,以财务会计数据为处理对象,以完成会计业务、提供财务信息为目标,将计算机技术应用到财务会计工作中去的应用软件。

我国的财务会计软件起步于 20 世纪 70 年代末,至今已经比较成熟。其中政府起了很好的作用,制定与颁布的各种法令和规范成为财会软件的研制依据,产品才得以推广应用。早期的财务会计软件功能很简单,只能完成个别业务,比如工资计算之类。随着企业信息化管理的迅速发展,财务会计软件成为集成的企业管理应用软件的核心部分,主要功能包括了核算会计、成本会计、往来会计、出纳、与其他管理模块的接口等。

由于财会制度的差异,国内企业开发的财会软件占了市场的主要份额。像用友、金蝶和速达等公司提供的财会软件,都受到国内用户的欢迎。图 3-5 是一种会计软件包的运行界面。



图 3-5 会计软件包的运行界面

3.1.3 获得软件的途径

1. 软件包

针对社会的一些共同需求或者某些行业、某些专业业务的需要,软件开发商开发出所谓的**软件包**(software package),并且用市场方式进行销售。通常,软件包由基本配置和若干选件构成。除了程序之外,用户手册和使用指南等文档也是软件包的重要组成部分。

对于广受欢迎的软件包,开发商会不断推出更新的或者增强的版本。变动颇大时,颁布**新版**(version)(如 1.1 版、2.0 版等)。而只有小变动的版本,称为**发行**(release),如版本 2.3 表示第二版第三次发行。也有开发商使用另外的版本编号方法,如 Word 2003、Word 2007 代表文字处理软件包 Word 的不同年份发行的版本。

选用软件包是应用计算机工作时的首选。因为软件包销量大,摊分的成本相对较低,“物美价廉”是其特色。

一些软件公司会用“**套装**(software suites)”的形式来销售软件包。著名的例子是 Microsoft 公司的 Office 套装(如图 3-6 所示),包括了 Word、Excel 和 PowerPoint 等在办公室业务广泛使用的各种应用软件包。很大程度上这只是一种营销手法,套装的价格会远远低于分别购买单个软件包的价格总和。



图 3-6 Office 软件包装

2. 自行开发应用软件

由于企业及其业务的多样化,不见得都能在市场上购买到合用的软件包,自行开发应用软件就成为解决问题的另一种途径。软件开发任务由本企业技术部门承担,或外聘开发商完成。这种“量身定制”方式费时而且昂贵。软件开发针对的用户往往只有一个,所以全部成本都必须单独承担。

在国内,各企业重复开发功能大致雷同的应用软件是司空见惯的事情。业务和管理制度不够标准可能是一个原因,软件包市场不够规范、不够发达和成熟可能是另外一个原因。这是中国软件产业要面对的问题之一。

3. 程序库

程序库(library)是指供程序调用的功能程序段的集合,是一种较低层次的应用程序。程序库包含的程序段不是独立程序,而是向其他程序提供服务的一段子程序。

软件开发时,链接程序库可以大大方便编写程序。链接是指把一个或者多个库连接到编写的程序中去。有两种不同的链接形式:静态链接和动态链接。相应地,用前一种方式链接的库叫做静态库,用后一种方式链接的库叫做**动态链接库**(DLL)。

广义地说,程序库的形式日益多样,如**软件构件**(component)等。利用各种程序库实现“软件重用”的方法,对提高软件开发的效率极有裨益。

3.1.4 软件版权保护

需要用一個軟件，找朋友複製一份？如果這樣干，你可能已經觸犯法律了。如同其他的出版物一樣，軟件產品具有智力型產品的特性，是受到知識產權法律保護的對象。保護知識產權的法律途徑大体上有發明專利、商業秘密和版權。

版權(copyright)是一種排他性的法律權利，又叫**著作權**，是法律賦予人們因創作或者擁有作品而享有的各項權利的總稱。這些權利包括發表、署名、修改、複製、發行、出租、傳播和翻譯等。因此沒有得到版權持有人許可，自行複製有版權的產品就觸犯知識產權法例了。書籍、文章、音樂、電影、畫和計算機軟件都是有版權的產品。從法律觀點來講，複製一個軟件而沒有給軟件的版權持有人付費，性質和在超級市場不給錢就拿走商品的性質是一樣的。這是一種軟件侵權行為。同樣，未經唱片公司、電影公司的許可，就在網絡上提供影音下載服務，也是一種網絡侵權行為。

當然，不是所有的軟件都要收費。**公開軟件**(public domain software)就沒有版權，軟件作者只是把他的作品公諸同好，大家分享。操作系統 Linux 的原始版本就是一個典型例子。**免費軟件**(freeware)有版權，但在一段時間或某個範圍里免費發行。一種情況是版權人想看看市場反應，推出個免費的試用版。**共享軟件**(shareware)是用戶可以免費得到的軟件，但需要技術支持或者軟件升級的時候要收費。

專利是授予發明的一種專有權利。對於**專利軟件**(proprietary software)，用戶一般只能購買**許可證**(license)。即購買軟件的使用權，而不是購買軟件產品本身。

IT 行業從業人員不僅要掌握專業技術知識，還必須了解相關的法律、職業道德和社會責任。第 7 章的 7.2 節會就 IT 職業素養問題再作介紹。

習 題

1. 列舉計算機軟件系統的組成。
2. 盡量列出你使用過的軟件，你從什麼途徑獲得它們？
3. 嘗試從網上下載一個免費軟件。
4. 應用軟件和實用軟件有什麼差別？
5. 有人認為文字處理軟件應該屬於實用軟件工具一類，你同意嗎？
6. 討論一下使用盜版軟件對你的短期和長期的影響。
7. 調查一下，市場出售的軟件包會包括哪些提交項。
8. 調查一下，操作系統、數據庫管理系統和文字處理軟件的市場價格。

3.2 操作系統

操作系統(operation system, OS)是基礎性的系統軟件，是計算機硬件的第一層擴充，因此在軟件系統中的地位極為重要。計算機系統的所有硬件、軟件成分都依賴操作系統的服務和支持。

3.2.1 操作系统的目标

使用计算机时会接触到 Windows、Linux 和 UNIX 等一些名字，它们都是些程序，称为操作系统。操作系统是现代计算机系统不可或缺的系统软件。从图 3-2 可见，它是配置在硬件上的第一层软件，裸机加载了操作系统才能成为使用方便、高效率的计算机。可以说，操作系统是一组系统程序的集合，这些系统程序在用户使用计算机时负责完成每个用户都需要的、和具体应用无关的、但与硬件和软件资源相关的基本操作，并解决操作中的效率和安全问题。

在 Windows 的支持下，要运行一个程序，只需要把显示器屏幕上的光标对准代表程序的小图标，再双击鼠标左键就行了。实质上，我们的操作不过是给操作系统发出一个通知，表达一种操作要求，真正要执行的运行操作由操作系统包含的程序来完成。操作系统要确定相应的运行程序存放在磁盘的什么位置，内存缓冲区的地址；启动对磁盘的读写、向内存传送，要按照内存空间的当前状态把程序装载到恰当的内存区；把程序的入口地址送到 CPU 的程序计数器里去；启动程序指令的执行过程等。

可见有了操作系统，用户在计算机上的操作不再和硬件直接相关，也和具体应用无关，这就极大地方便了用户使用计算机。也许，这就是操作系统命名的表面原因。

更重要的是，操作系统完成用户任务（称之为作业）时，要对计算机系统资源进行管理，力求用最有效率的方式完成所有用户作业。在多用户系统里，宏观上许多个用户程序同时在运行，系统很可能只有一个 CPU、一个内存储器、一台高速的行式打印机、一台大容量的磁盘机。因此对于用户来说，存在资源竞争的协调问题；对于系统来说，就有如何以总体上最有效率的方式给各个用户分配计算机系统资源的问题。

操作系统的资源管理对象主要是指 CPU、内存、I/O 设备和外存数据。CPU 高速运转和外设操作的相对低速是计算机硬件无法逾越的基本矛盾。所以，必须面对 CPU 或 I/O 设备经常处在空闲状态，内、外存空间出现“碎片”而浪费等问题。但在操作系统的管理下，CPU 和 I/O 设备可以保持尽量持续的工作状态，从而提高计算机系统总体的利用效率；而且数据在内存、外存的存储可以更有秩序，从而有限的存储空间得以更有效地利用。

因此，计算机操作的方便性和计算机系统资源使用的有效性是操作系统追求的根本目标。配备了操作系统的计算机，呈现在用户面前的功能大大扩充、显著地加强，“变成”所谓的虚拟机。虚拟机可以划分层次，实质上就是操作系统功能的软件层次。起码可以把操作系统再分成两层：外壳（shell）和内核（kernel）。外壳是和用户交互的部分，呈现为用户界面（user interface）。内核是实现操作系统本质功能的部分，包括处理器管理程序、内存管理程序、设备管理程序和文件管理程序等。

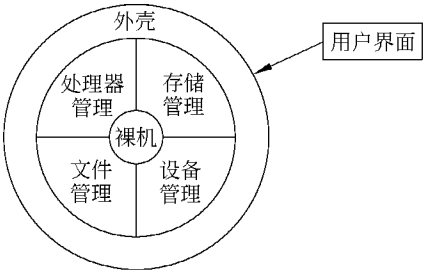


图 3-7 操作系统的组成部分

操作系统的组成结构示意图如图 3-7 所示。

3.2.2 进程和中断

进程和中断是操作系统得以建立的基本核心概念。前者主要是一种软件机制，后者则

是硬件、软件结合而成的机构。

1. 进程

程序(program)是一个静态概念,不管使用什么程序设计语言来编写,程序最终以机器指令组成的可执行文件的形式保存在磁盘等外存介质上。

作业(job)是用户要完成的一项任务,涉及若干个被选中要执行的程序;每个程序以及程序所关联的数据从选中到运行结束就构成一个作业步;有关的作业步组成一个用户作业。

进程(process)则是一个动态概念,简单地说,指程序在数据对象上的一次执行。例如,好几个用户作业都要执行同一个程序,求两个整数的最大公约数,于是操作系统相应地建立几个进程,一个进程为用户甲在求 12 和 4 的最大公约数,而另一个进程为用户乙在求 15 和 9 的最大公约数,等等。

就是说,作业要指定相关程序和运算数据,而执行这些程序的时候要创建相应的进程。进程是操作系统中极为重要的核心概念,是操作系统进行资源分配和独立运行管理的基本单位。基于进程概念而构筑的操作系统具有几个共同特征:

(1) 并发性(concurrence)。指同一时间段内,宏观上计算机里运行着若干个进程。

(2) 共享性(sharing)。指系统资源被若干个并发执行的进程共同分享。

(3) 虚拟性(virtual)。指操作系统把一个物理对象转变成若干个对应的逻辑对象。如明明计算机只有一个 CPU,但每个终端用户都会感受到 CPU 似乎在单独为他提供服务一样。又如,程序可以拥有一个比实际内存空间大得多的虚拟内存空间等。

(4) 异步性(asynchronous)。指进程以异步方式执行。通俗地说,进程从创建到消亡的整个过程中,在计算机里“走走停停”。如何调度,取决于系统当前的运行环境。但是不管进程的执行过程如何变化,只要程序在相同的数据对象上运行,总会得到相同的结果。

2. 中断

中断(interrupt)是指当计算机系统里发生某种事件,如 I/O 设备完成了一次输入输出操作、每经过一个预定的时间间隔、程序执行过程中出错等,CPU 就会暂停执行当前程序,转由一个特定程序(叫做**中断处理程序**)执行必要的处理动作,以便响应计算机系统里发生的事件。从出现中断请求到完成中断处理的整个过程是由一套中断机构负责完成的。中断机构由硬件和操作系统软件结合而成。

借助进程和中断机构两个基本手段,操作系统才得以完成管理计算机系统资源的功能。

3.2.3 操作系统的资源管理功能

资源(resource)是指计算机系统的 CPU、内存和外设等可以供用户使用的硬设备以及系统存储的数据和程序。操作系统统一管理这些系统资源的使用,最大限度地提高资源的利用效率。操作系统把资源管理相应地分为 4 个部分。

1. CPU 管理

CPU 是计算机系统中的核心资源,CPU 管理(CPU management)的核心任务是要决定如何进行协调,把 CPU 分配给系统里众多的进程,使它们正确而有效地占用处理器。这种管理调度分为两个层次:宏观层次的作业调度和微观层次的进程调度。

作业调度程序在用户提交、系统收容的一批作业中做出选择,先为这些作业建立进程,再把管理权限转交进程调度程序。要预先制定作业调度策略,“先到达先调度”是一种简单

而自然的策略;以“尽量降低一批作业的平均周转时间”为目标是另一种策略。显然,出发点不一样,就会产生各种不同的作业调度算法。

操作系统一旦选中了作业并准备运行作业程序,就必须为其创建一个或者多个进程。进程首先进入就绪(ready)状态,即表示进程已经具备运行条件,但未能得到 CPU 使用权。当进程调度程序从就绪进程中选出一个,把 CPU 分配给它,进程就进入执行(execute)状态,CPU 开始执行程序中的指令。因为发生某个事件,比如说程序请求 I/O,进程就要暂停执行,进入阻塞(block)状态,有时也会称为“挂起”或者“等待”状态。引起阻塞的事件完结,比如一次 I/O 动作完成,进程就重回就绪状态。

进程调度程序必须依靠预定的策略,决定哪个进程应该获得 CPU、获得多长时间等。CPU 的管理状态如图 3-8 所示。

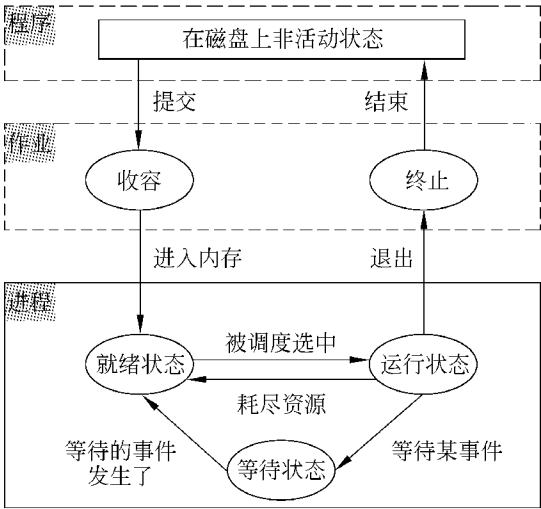


图 3-8 CPU 的管理状态

CPU 的物理性能是固定不变的。但是有了操作系统管理 CPU,工作效率就得到尽量提升。3.2.4 节将更具体地说明这一点。

2. 存储器管理

存储器管理(memory management)的对象是内存。处于执行状态的程序以及数据必须存放在内存空间上。随着硬件技术进步,内存的性价比已经大大提高。尽管计算机配置的内存容量已达到 GB 级,但程序和数据的规模也在不断扩展。因此,内存仍然是计算机系统的宝贵资源。操作系统对内存的管理不但能够提高存储器的利用效率,而且能够提高计算机系统的性能表现。

存储管理程序的首要任务是对系统要运行的各个进程分配、回收内存空间。操作系统、实用程序、用户程序处在执行状态的各类进程所需要的内存空间总和,往往超过了内存存储器容量。存储管理程序必须依靠各种算法进行内存分配,使所有进程共享内存。常用的算法包括分区、分页和分段等。对内存的分配可以是静态的,也可以是动态的。显然,后者可以更加灵活、更有效率地利用内存。

而所谓“虚拟存储”技术是内存管理的一类主流方法。当作业的空间要求超过内存存储器