

计算机实用技术

龚天富 等编



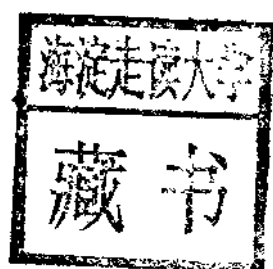
39
E/

电子科技大学出版社

1P34
GTF/1

计算机实用技术

龚天富 等编



电子科技大学出版社

• 1995 •

0029788

[川]新登字 016 号

JS276/3404

计算机实用技术

龚天富 等编

电子科技大学出版社出版

(四川成都建设北路二段四号 邮编 610054)

中国科学院光电技术研究所印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 18.875 字数 460 千字

版次 1995 年 8 月第二版 印次 1995 年 8 月第二次印刷

印数 6001—12000 册

ISBN7-81016-756-1/TP·59

定价(压膜):15.80 元

再版前言

《计算机实用技术》自 1993 年底出版以来,为广大读者架起了计算机入门的一座桥梁,在同类教科书中,是比较受欢迎的教材之一。

编者在自己的教学中,均使用了本教材,在教学实践中,听取了同学的意见。编者诸君于今年初在四川师范大学聚会,交流了有关教学经验及读者提出的意见,指出了排版错误和不足之处,商定今年内对原书进行修订,再版发行,以供教学所需。

这次再版除了校正错误外,还增删了一些内容,以使本书更加适合计算机入门的读者的需求。

考虑到本书是非计算机专业的学生作为计算机入门的教材,一时还不必去了解多媒体的有关知识,为了节省篇幅,再版时我们删除了原书第九章,这是一个比较大的改动。考虑到操作系统的发展,在第四章增加了 4.7 节(DOS6.0 介绍)。此外,还增加了 4.8 节(DOS 的内存管理),第六章增加了 6.1 节(指法练习),在 6.7 节中增加了难字的拆分法,第八章将函数专门作为一节(8.4 节)进行讲述。

参加再版修订工作的有龚天富、张葆三、杨清平和许涛等。编者感谢徐守铭编辑为本书再版做了大量的工作。

由于编者水平有限,谬误与欠妥之处在所难免,还望读者指正。

编 者

1995 年夏

前 言

自 1946 年第一台电子数字计算机问世以来,在不到半个世纪的时期内,计算机便得到了飞速的发展,其发展之快,历史上没有哪一门学科可以与之比拟。

最早发明计算机的目的是为了进行科学计算。但是,随着计算机技术的发展,计算机很快在数据处理、生产过程控制、计算机辅助设计、信息管理与办公室自动化等诸多方面得到了广泛的应用。事实上,人们从事的生产活动、事务活动以及生活中所遇到的问题,基本上都是可计算的,可以使用计算机来求解,所以计算机能够很快地在各个领域推广应用。

随着计算机的普及,计算机教育也得到了发展,无论是大、中、小学生,都要学点计算机,起码在不同程度上都要学会使用计算机。在今年大、中专学校教材研讨会上,许多老师倡议,编写一本适合于专科非计算机专业使用的计算机入门教材,于是,我们编写了本书。

本书从实用出发,汇集了使用微型计算机的必备知识。对读者来说,在一本书中包含了所需的各种知识,是最经济实惠的,省确了到处寻找教材的时间。全书共分九章,第一和第二章简单介绍计算机及程序设计语言;第三章微型计算机硬件配置;第四章 DOS 操作系统命令;第五章工具软件 PCTOOLS;第六章五笔字型汉字输入法;第七章文本编辑 WPS;第八章数据库的基本知识;另外还在第九章介绍了多媒体计算机技术。各章附有一定的习题,供练习选用。对大专文科的有关专业,如果学时紧张,可以只选学前七章。对于大专财经专业,还应学好第八章。本书也适用于大专的理科专业,但最好再选修一门高级程序设计语言课程。

本书的前四章是必学的,其它各章均可根据需要选取,因此,可作为各种计算机入门、培训班培训教材。

本教材由龚天富编写第一、二章,张葆三编写第三、四章,许涛编写第五、七章,刘勇编写第六章,杨清平编写第八章,陈继业编写第九章。龚天富担任全书的主编,并对全书统编全稿。陈继业审阅了第三章、四章和八章,刘洪审阅了第五章的初稿,提出了许多宝贵的意见,编者向他们表示谢意。电子科技大学出版社,特别徐守铭和程庆编辑,对本书的出版给予了很大的支持,两位编辑还作了大量的工作,编者在此表示衷心的感谢。由于编者的水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1993 年 12 月 26 日于

电子科技大学

目 录

第一章 什么是计算机

1.1 计算机的重要地位	(1)
1.2 计算机组成	(1)
1.3 计算机的典型应用	(4)
习题	(6)

第二章 计算机语言

2.1 概述	(7)
2.2 机器语言	(7)
2.3 汇编语言	(10)
2.4 高级程序设计语言	(10)
习题	(12)

第三章 微型计算机的系统配置

3.1 概述	(13)
3.2 微型机系统的构成	(14)
3.3 主机	(15)
3.4 外部设备	(25)
3.5 微型计算机的安装和启动	(37)
习题	(42)

第四章 微型机的基本操作

4.1 概述	(43)
4.2 DOS 内部命令	(51)
4.3 DOS 的外部命令	(61)
4.4 批处理文件	(70)
4.5 DOS 高级命令	(76)
4.6 DOS 使用中的几个问题	(88)
4.7 DOS 的介绍	(95)
4.8 DOS 的内存管理	(103)
习题	(107)

第五章 实用工具程序 PCTOOLS

5.1 概述	(109)
5.2 PCTOOLS 的结构和功能	(109)
5.3 PCTOOLS 的操作	(110)
习题	(131)

第六章 五笔字型输入法

6.1 指法练习	(132)
----------------	-------

6.2 汉字系统概述	(134)
6.3 汉字字形结构	(138)
6.4 五笔字型的键盘	(140)
6.5 五笔字型单字输入编码规则	(142)
6.6 词组编码与输入	(146)
6.7 简码、重码、容错码和 Z 键	(147)
习题	(152)
第七章 WPS 桌面印刷系统	
7.1 概述	(154)
7.2 WPS 的一些基本概念	(159)
7.3 WPS 编辑	(162)
7.4 编辑文本	(164)
7.5 文件操作	(165)
7.6 块操作	(166)
7.7 寻找/替换	(169)
7.8 设置打印控制符	(170)
7.9 文本编辑格式化及制表	(176)
7.10 窗口操作	(179)
7.11 模拟显示与打印输出	(182)
习题	(186)
第八章 数据库 FOXBASE+	
8.1 数据库的基本概念	(187)
8.2 FOXBASE+ 的基本语法	(190)
8.3 数据库的基本操作	(195)
8.4 汉字 FOXBASE+ 函数	(223)
8.5 FOXBASE+ 的输入和输出	(234)
8.6 FOXBASE+ 程序设计	(243)
习题	(278)
附录	(281)

第一章 什么是计算机

1.1 计算机的重要地位

自 1946 年第一台电子数字计算机(以下简称计算机)ENIAC 问世以来,在短短的 40 多年中得到了飞速的发展,历史上没有哪一门科学技术的发展速度可与之比拟。计算机之所以发展得如此之快,除了技术本身的原因之外,日益扩大的应用范围也推动了计算机技术的发展。

第一台计算机设计来解决炮弹的弹道问题,也就是计算科学研究中的数值问题。但是,科学家发现,人们所遇到的绝大多数问题,都可以通过数字和符号来表示,可以通过“计算”对问题“求解”。一切“可计算”的问题都可以通过计算机计算(求解)。例如,对数据的分析、统计和处理;对生产过程的自动控制;将大量数据、文字和图形,甚至声音存储在计算机中,以便需要时快速检索;绘制图纸、表格;编辑文件、书报;通过通信线路对文字、声音、图象、数据进行远距离传输和处理等。计算机如此广泛的应用大大提高了工作效率,推动了生产力的发展。

计算机奕棋,读者可能已有所闻。计算机模拟人的思维方法,按照一定的弈棋规则和弈棋高手的判断规则,进行判断和决策。当然,这些规则应当是由人事先输入到计算机中的。判断与决策是计算机应用的另一个重要方面,它可以帮助政府官员制定政策,企业领导管理企业,提高决策的科学性。

对人有用的数据称为信息,人学习和掌握的知识也是一种信息。建立某种知识表达方式,使计算机具有存储知识的能力,从而使计算机具有学习能力和逻辑推理能力,即具有人工智能。使计算机具有智能,对人类的社会活动,生产活动及文化生活都将产生重要的影响。

通过上面简单的叙述,我们知道计算机在发展生产力,提高决策管理水平及知识处理三个不同层次上的重要作用。从而,也说明了计算机在国防、科研、生产、工作和学习,乃至生活中的重要地位。计算机技术的发展水平是一个国家科学技术水平的重要标志之一。为此,我们人人都要学点计算机知识,懂得计算机,使用计算机,以适应社会发展所面临的挑战。

1.2 计算机组成

一、计算机的基本结构

初学者可能急于想了解什么是计算机?它是如何工作的?到目前为止,几乎所有的计算机都是按照同一种基本工作原理进行工作的,现举例说明这一工作原理。

一个简单的算式 $1+2$ 是怎样变成 3 的?现对这个问题求解。假定问题用一组式子表示为

$X=1,$

$Y=2,$

$Z=X+Y,$

停止操作。

上列诸式的含义可解释为

- (1)将 1 送入 X;
- (2)将 2 送入 Y;
- (3)把 X 与 Y 相加,结果 3 送入 Z;
- (4)运算结束,停止操作。

如果用计算机的习惯用语来说,计算 $1+2=3$ 的过程可描述如下:

- (1)把数值 1 送到计算机的 X 地方(X 单元);
- (2)把数值 2 送到计算机的 Y 地方(Y 单元);
- (3)命令计算机将 X 的内容与 Y 的内容相加,结果送到计算机的 Z 地方(Z 单元);
- (4)将计算结果从 Z 输送出来;
- (5)运算结束,停机。

上述过程说明,即使象 $1+2=3$ 这样简单的算式,若用计算机进行计算,都需要事先安排一个命令序列,计算机将严格按照这个命令序列一条命令一条命令地执行,才能计算出结果。这里所说的命令(即上述计算过程的每一步骤)在计算机中称为指令,而指令的序列称为程序。

至此,我们已经知道,一个问题,无论多么简单或多么复杂,若要让计算机对问题“求解”,必须事先由人为计算机编排一个命令序列(程序),计算机执行这个程序,才能得到结果。请读者注意,计算机虽然能对问题自动地求解,但必须事先由人告诉它做什么和怎么做。

通过上述例子,我们可以看出,计算机对问题求解,需要具有下述功能:

- (1)将数据和对这些数据进行处理程序送入计算机;
- (2)存储送入计算机中的数据和处理这些数据的程序,以及运算的中间结果和最后结果;
- (3)对数据进行各种运算(处理);
- (4)根据程序的要求,控制机器各部分协调工作;
- (5)根据程序编制者(程序员)的要求,将计算结果输出给操作人员。

为了实现上述五大功能,计算机由下列五大部件组成:

- (1)输入设备 用来输入原始数据和对这些数据进行处理程序。
- (2)存储器 用来记忆和存放原始数据、程序、中间计算结果和最后结果。
- (3)控制器 用来对程序的各个指令进行解释,按照各种指令的要求,发出各种命令使计算机各个部分协调一致地工作,以使计算机自动运行。
- (4)运算器 用来对数据进行算术运算和逻辑运算等操作。
- (5)输出设备 用来输出对数据计算或处理的结果。

图 1-1 概括了计算机由五个部件组成的基本结构,其中,每个方框代表一个部件,部件之

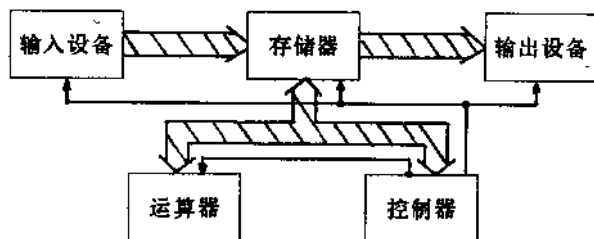


图 1-1 计算机组成的基本结构图

间用双实线或单实线连接起来,输入设备将数据送入存储器;存储器将数据储存起来,在运算器需要数据时,将数据传送到运算器;需要输出数据时,存储器的数据传送到输出设备;运算器运算的结果,也可传送到存储器存储起来;另外,存储器中存储的指令,可传送到控制器,以便控制器解释执行指令。上述过程在图 1-1 中用双实线表示。控制器解释指令后,发出一系列的命令,控制输入设备、输出设备、运算器和存储器协调一致地工作,在图 1-1 中用细实线表示。

二、计算机的工作过程

在了解了计算机的组成之后,就容易懂得计算机是如何工作的。计算机按顺序一条一条地执行程序的指令。一条指令在计算机中以数字形式表示,即由一组二进制代码组成,它的表现形式是一串由 0 或 1 组成的代码。一条指令通常包含两大部分:操作码字段和操作数地址字段。操作码字段是各种操作的编码,表明要求计算机执行什么样的操作,例如加、减、乘、除等操作。操作数地址字段对大多数指令来说,是指存储器的地址编码,它指明与本操作有关的操作数在存储器的什么地方。计算机执行程序的一条指令的过程简述如下:

(1) 控制器发出命令,根据指令计数器的内容所指明的地址,从存储器中取出一条将要执行的指令到指令寄存器中。

(2) 控制器对指令寄存器中的指令的操作码字段进行译码,决定进行什么样的操作。

(3) 若该操作(例如加或减)需要操作数,控制器发出命令,按指令的操作数地址字段所指明的地址,从存储器中取出操作数到运算器中。

(4) 控制器发出命令,执行操作码字段所指明的操作。

(5) 指令计数器加 1。

由上可知,计算机执行指令计数器的内容所指明的地址中存放的指令,在这条指令执行完后,指令计数器自动加 1,使得下一条指令得以执行,从而保证了顺序执行指令。这样的计算模型是由数学家冯·诺意曼提出来的,所以称为冯·诺意曼模型,或称冯·诺意曼机器。直到今天,几乎所有的计算机都是沿用这一模型设计的。冯·诺意曼机器的特点可归纳如下:

(1) 数据和指令均以二进制形式表示,它们在外形上没有什么区别,但每一位二进制数字有不同的含义。

(2) “存储程序”的工作方式,事先要编好程序,在执行之前先将程序存储到存储器的某个可知的地方。

(3) 程序顺序执行。

(4) 存储器的内容可以被修改,即存储器的某个地方一旦进入新的数据,原来在这个地方存放的数据立即消失,被新数据所代替。

三、计算机分类

计算机的分类有多种方法,一种是按用途来分类,即通用计算机与专用计算机。现在多数计算机都是按通用的目的设计的,流行的分类方法是将计算机分为微型机、小型机、大中型机和巨型机。这种分类实际上没有什么严格的标准,随时间和技术的发展而变化。60 年代的小型机的功能远远落后于今天的微型机。为了使读者了解概貌,下面简单介绍各类计算机。

1. 微型计算机

随着计算机的不断普及,计算机技术的飞速发展,使得计算机结构和功能起了很大的变化。利用大规模集成电路技术,将计算机的控制器和运算器做在一个集成电路芯片上,构成中央处理机,在微型机中称为微处理器。以微处理器为核心,加上集成度也很高的半导体存储器

和一些接口芯片,就构成体积小,结构紧凑,价格低但又具有一定功能的微型计算机(以下简称微机)。

如果把这种微机制作在一个印制电路板上,就称为单板机。如果在一块芯片上包含 CPU、存储器和基本接口,这样构成的微型机的最基本配置就称为单片机。如果将微机与键盘、显示器、磁盘、打印机等连接起来,并配置相应的系统软件,就构成一个完整的微机系统。

本书主要介绍微机的一些操作和应用,将在第三章较为详细地讨论微机。

2. 小型计算机

这是 60 年代中期发展起来的一类计算机。初期的特征是字长较短(一般字长为 16 位),存储容量通常在 32K 与 64K 之间,速度较快,价格低廉,与外围设备连接容易。初期的小型机配置的软件也较少。DEC 公司的 PDP-11/20 到 PDP-11/70 是这类机器的代表。当时微机还未出现,这类机器用途较广,许多工业生产自动化的控制都采用小型机。

到了 70 年代中期,随着集成电路技术的发展,出现了 32 位的小型机,通常人们称为超级小型机,它的处理速度在每秒百万条指令以上。它比微机具有更高的处理速度,比大中型通用计算机价格便宜,比小型机体积小,更便于用户引入。在科学和工程计算,金融流通以及各种科学管理等领域具有广阔的市场。

3. 大中型机

这是通用性能好,价格更昂贵,处理速度更高的一类机器。通常它的字长为 32 位或 64 位,它每秒钟处理数千万条指令,具有数十兆内存容量。这类机器主要用于科学计算和数据处理。IBM 是生产大中型机器的主要厂家。

4. 巨型机

目前巨型机主要是指接近或超过每秒 1 亿次浮点计算速度的机器。这类机器价格相当昂贵,要上千万美元。它可用于复杂的科学计算,特别是军事科学计算,美国对我国实行禁运。我们国家则自行研制了这类机器,由国防科技大学研制的“银河-1”和“银河-2”就属于这类机器。

1.3 计算机的典型应用

计算机技术发展得如此之快,要归功于它的应用。计算机技术是随着实际应用要求而不断发展的。计算机应用可归结为一点——对问题求解。在科学研究、军事指挥、武器开发、生产过程、行政管理、学习和日常生活中,都可以提出许多问题让计算机来求解。可以毫不夸张地说,今天几乎没有一个领域是计算机尚未涉及的。本节将介绍几个方面的典型应用,以使读者了解一个概貌。

一、科学计算

最初的计算机只是在极少数政府和科研部门,以及一些大学得到应用的,当时只限于数值计算,通常用于科学和军事方面的计算。例如,卫星轨道和发射参数、天气预报、大坝设计、核物理等等,都需要大量的数值计算、数理统计、结构计算、模拟计算和数理分析等各种类型的计算。这些计算的特点是计算量大、计算复杂,可能产生许多中间结果(矩阵计算),因此要求计算机速度快,存储容量大。

科学研究提出问题来,计算机通过计算帮助求解,推动了科学技术的发展,同时,科学技术又提出更新更复杂的问题,计算机现有的技术不能求解,又必须开发速度更快、存储容量更大、

功能更强的新机器,从而又推动了计算机技术的发展,两者起到互相推动的作用。至今,最新最高级的大型机,首先用于科学计算。

二、数据处理

一提起“数据”,人们就会想到“数值”,其实数据不仅仅是数值,它有更广的意义。数据可以定义为对事实、概念、指令的一种特殊表达形式,它可以用人工或自动化进行通信、翻译或处理。这个定义下的“数据”就比“数值”要广泛得多。人们通常所说的信息可以定义为对人有用的,能影响人们行为的数据。按照上述定义,显然数据和信息两者是有区别的,前者是客观存在的事实,后者是依赖于人的认识的。某个数据对张三是有用的,它是信息,而对李四是无用的,就不是信息。我们这里所说的数据处理是指对数据进行一系列加工、储存、合并、分类、计算等操作的过程。

对数值数据的处理我们可举石油勘探的例子来说明。为了确定在什么地方打油井才能出油,现在普遍采用“物理探矿”的方法,先在可能出油的区域打一些小孔,埋上炸药,并在这一区域的不同点上安装一些检测仪器,记录炸药爆炸后从地下反射回来的震动波形数据。往往这些数据很多,需要计算机来分析处理,以确定打井的实际位置。

现在应用较普遍的数据处理是计算机信息系统。计算机向外界接收数据,经过处理之后向人们提供信息。因此,这样的信息处理系统是由人、机器和各种方法构成的,用于完成一组特定功能的集合体。

早期的计算机数据处理工作,开始于一些政府部门和大型企业。这些单位配置了计算机,不仅满足于科学计算和简单的财务计算,而且开始用于计划编制、生产调度和库存管理等。这些应用主要是用计算机代替或模拟人们的简单手工计算和处理工作,通常是单项作业开发。

随着计算机通信技术和数据库技术的发展,可以在不同地点进行数据交换。70年代,计算机开始大量应用于管理中,由单项数据处理发展为复杂的事务处理。例如,财务管理信息系统、生产管理系统、销售管理系统、物资管理系统等,成功地建立了各种管理信息系统。

为了满足企业或政府部门领导决策的需要,计算机除了向领导提供必要的信息外,人们还开发了向领导决策提供几种可供选择的方案的系统,这种系统称为决策支持系统,它促进了办公室自动化的发展。

办公室是处理信息和产生信息的场所,办公是指处理人们集体事务的活动。办公室的信息表现形式有文字、语言、报表、图形和图象等。办公室的工作实际上是资料文件的收发和传递,文档管理及信息的处理。这些工作若由计算机辅助完成,就构成了办公室自动化。办公室自动化系统是一种人-机信息系统,它由办公室人员和自动化办公设备构成,使一部分办公活动由人过渡到设备来完成,以便充分应用信息资源,提高办公的效率和质量。办公自动化的主要功能包括文字处理、报表处理、数值或非数值计算、图形图象处理、语音处理、通信、信息存储和管理,日程管理和辅助决策等。

三、过程控制

在生产过程中,随着温度、压力、位移、速度、湿度等的变化,对生产的产品质量有直接的影响。因此,需要对这些参量进行检测,并将被测参量转换成电信号和数字信号,由计算机进行分析处理,对过程进行控制。

过程控制是计算机的另一重要应用领域。例如,各式炉温控制系统、电厂热工控制,轧钢设备控制,化工生产过程控制和数控机床等,又如车辆、船舶、飞机、导弹和卫星的航行控制。

过程控制的一个重要特性是实时性,它需要实时处理,即在信息或数据产生的同时进行的处理。处理的结果可以用作事后分析,也可以立即用来影响或控制进行中的现象或过程。通常包括实时数据的采集和处理,实时控制两部分。

控制的一种方式开环控制,即预先设计并确定生产过程所要经历的情况,用某种控制语言编写一个控制程序输入计算机,计算机按预定的程序来控制生产过程。例如,数控机床加工一个工件,可以事先为刀具的动作编制一个程序,使刀具按程序动作,加工出所要的工件。

控制的另一种更复杂方式是闭环控制。系统不断地检测过程的执行情况,将检测到的数据输入计算机,与预定的标准情况进行比较,如果与标准情况不合,则输出控制信号进行调节,使过程按预定的要求进行。例如,在炉温控制系统中,当监测到炉内的温度低于所要求的温度时,计算机发出控制信号添加燃料和助燃剂。

此外,众所周知的交通管理系统,民航售票系统等都是实时处理系统,这里不再一一介绍。

四、计算机辅助系统

在应用系统中,以计算机作辅助工具,是计算机应用的另一个非常活跃的领域,我们称这类应用为计算机辅助系统。这个领域非常宽,目前主要指计算机辅助设计(CAD),计算机辅助制造(CAM),计算机辅助教学(CAI)等三个方面的应用系统。

CAD 是在各种设计(例如,机械设计,集成电路设计,服装设计,动画片设计等)中使用计算机辅助。计算机辅助不仅可以提高设计速度,而且在设计完成后还可以立即显示出产品的最终外形结构,由设计人员品评是否满足设计要求。目前 CAD 技术已被广泛应用于航天、电子、机械、建筑、轻工业和艺术等领域。据美国统计,在超大规模集成电路设计引入 CAD 技术后,提高效率 18 倍,机械工业提高 5 倍,建筑行业提高 3 倍,出版行业提高 4.4 倍。CAD 技术靠计算机图形技术支持,随图形交互技术的提高,90 年代效率将有更明显的增长。

CAM 是利用计算机控制生产过程,使构造复杂,精度要求高的生产工艺由计算机严格控制,以提高产品的合格率,减少许多繁重的工作。

CAI 是利用计算机辅助为课堂示范教学、自学实习或教学管理等方面的应用系统,对培养各方面人才提供很好的环境及途径。利用计算机辅助教学可以使学习者在学习过程中知道自己的回答是否正确,若不正确就继续学习,直到正确。学习者可以自己安排学习进度,这与课堂教学是不同的。学习的时间性也很随意,学习者可在任何方便的时候学习。教师不必重复上课,减轻教师的重复劳动,可有更多的精力改进教学质量。教师可对每个课程独立改进,并及时交给学习者学习。

习 题

- 一、计算机在哪三个层次上起着重要作用?
- 二、计算机由哪些部件组成? 它们的功能是什么?
- 三、冯·诺意曼模型计算机的主要特点是什么?
- 四、简述计算机的工作过程。
- 五、如何对计算机分类? 试举一种分类方法。
- 六、试举一些计算机的典型应用。
- 七、简要解释下列名词术语,如果你不清楚,就要请教老师。

数据	信息	指令	程序	软件	存储单元	字节	地址	CPU	硬件
主存	外存	主机	1MB	I/O 设备					

第二章 计算机语言

2.1 概 述

语言是人们交流思想的工具。人类在长期发展过程中,为了交流思想、表达感情和交流信息,逐步形成了语言。这类语言(如英语和汉语)是人类在长期发展过程中逐步丰富而形成的,通常称为自然语言。韦伯斯特曾给语言下了一个直觉定义:“语言是为相当大的团体的人所懂得并使用的字,以及组合这些字的统一体”。另外,人们为了进行各式各样的交流,创造了各种各样的专用语言(如海军水手使用的旗语),这种语言称为人工语言。

上章中学习了计算机的基本工作原理,我们已经知道,使用计算机完成预定的计算任务,求解给定的问题,必须事先告诉计算机“做什么”和“怎么做”,需要人把有关信息告诉计算机。反之,又要求计算机将计算的结果(中间结果和最后结果)告诉人。因此,人和机器之间需要进行通信(交流信息)。人将数据和怎样处理这些数据的一系列命令(指令)提交给计算机,而机器执行这些命令完成特定的计算任务。上述提交给计算机的数据和命令的集合,通常称为程序。

既然人与计算机之间要进行通信,就需要信息的载体,通常选择语言作为载体。遗憾的是,由于现有的自然语言词汇量大,语法复杂,意义的理解要依赖于上下文,具有多义性,妨碍了通过自然语言来进行人机之间的通信,迫使人们不得不设计出词汇较少,语法简单和意义明确的适合于计算机的语言,这样的语言通常称为计算机程序设计语言,本章的标题将它们称为计算机语言。显然,计算机语言是人工语言。

几十年来,计算机语言经历了几代的演变,第一代为机器语言,第二代为汇编语言,第三代为高级程序设计语言,第四代为甚高级语言,例如数据库管理语言。本书的重点是介绍一些常用的计算机实用技术,教会读者操作使用计算机,至于程序设计,不是本书的重点。为了使读者对计算机有概貌性的认识,我们将简单介绍几种语言。

2.2 机器语言

计算机的机器语言是在设计计算机时就设计好了的,机器一旦制成,机器语言也就存在,它与机器是孪生的。计算机硬件实际上只懂得机器语言,只能执行由机器语言编写的程序。

一、指令格式

构成机器语言的字是指令。一条指令是一组由0或1组成的二进制代码,每位二进制代码具有特定的意义。指令通常包括操作码字段和操作数地址字段两大部分,如图2-1所示。

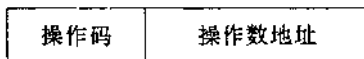


图 2-1 指令的基本格式

操作码字段表示所要进行的操作的编码。在设计机器时,规定机器能直接执行哪几种操作,并用一定位数(例如4位)的二进制代码表示每一种操作,对每一种操作分给一个代码,所

以这个字段的代码叫操作码,例如,0001 表示加,0010 表示减等等。

为了使计算机处理简单,通常每次运算涉及的数据(操作数)不超过两个。如果多个数据参与运算,就分成若干次,多执行几条指令来实现。这样,执行一条指令可对两个数据进行运算,需要这条指令说明:两个操作数来自何处,运算结果存放的地方,下次执行的指令(后继指令)又从何处取得,这些信息由操作数地址字段说明。显然,这四个信息都是地址,若这四个信息都在一条指令中说明,则称这类指令为四地址指令,如图 2-2 所示。

操作码	地址 1	地址 2	地址 3	地址 4
-----	------	------	------	------

图 2-2 四地址指令格式

从图 2-2 可以看出,四地址指令的操作数字段具有 4 个地址信息。若用四位二进制数字表示操作码,也用四位二进制数字表示地址信息,一条四地址指令的字长就有 20 位,那么,指令

00010001001000111000

的含义可解释如下:

(1)前 4 位 0001 表示操作“加”。

(2)第 5 至 8 位 0001(相当于十进制数 1)表示第一号存储单元,即操作数 1 的地址。

(3)第 9 至 12 位 0010(相当于十进制数 2)表示第二号存储单元,即操作数 2 的地址。

(4)第 13 至 16 位 0011(相当于十进制数 3)表示第三号存储单元,即运算结果存放的地址。

(5)第 17 至 20 位 1000(相当于十进制数 8)表示第八号存储单元,即后继指令的存放地址。

(6)本条指令的功能是,将第一号单元存放的数与第二号单元存放的数相加,结果存放到第三号单元,然后取出第八号单元存放的指令,以备下次执行。

上述解释仅仅是原理性的,实际表示存储地址的二进制数字在 12 位以上,这样,一条四地址指令就相当长了。为了使一条指令的代码不要太长,即位数不要太多,需要设法简化操作数地址字段的信息个数,例如,让一些地址信息是隐含约定的,不在指令中直接出现。我们在第一章已经指出,计算机的程序计数器的内容,就是后继指令的存放地址,程序计数器自动加 1,保证程序顺序执行。因此,可以约定存放后继指令的地址信息在程序计数器中,这样,指令的操作数地址字段只需说明三个地址信息,如图 2-3 所示。这样的指令称为三地址指令。一条三地址指令的意义是,将地址 1 存放的操作数与地址 2 存放的操作数进行操作,结果存放到地址 3。下次执行,程序计数器的内容指明的地址所存放的指令。

操作码	地址 1	地址 2	地址 3
-----	------	------	------

图 2-3 三地址指令格式

如果我们进一步约定,两个参与运算的操作数运算之后只保留一个,例如只保留操作数 1,另一个参与运算的操作数不再保留,原来存放该操作数的地方用来存放计算结果,这样就形成二地址指令,如图 2-4 所示。

操作码	地址 1	地址 2
-----	------	------

图 2-4 二地址指令格式

二地址指令的意义是,将地址 1 所存放的操作数与地址 2 所存放的操作数进行操作,结果

存放到地址 1 所指明的地方(操作数 1 不保留,一旦结果存入,操作数 1 即消失)。下次执行程序计数器的内容指明的地址所存放的指令。如果我们进一步规定,一个操作数来自运算器中的 A 寄存器,运算的结果也存放在这个寄存器中,那么,一条指令被简化成只需要一个地址信息了,这样的指令如图 2-5 所示,称为单地址指令。它的意义是,将地址所存放的操作数与寄存器 A 所存放的操作数进行操作,结果存放到寄存器 A,下次执行程序计数器的内容指明的地址所存放的指令。

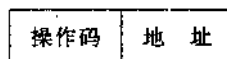


图 2-5 单地址指令格式

上面我们已经给出了指令格式,特别是地址的结构。这里的地址都是直接给出的,实际上为了编程灵活方便,且为了使指令中地址所占的位数不要太多,往往采用多种给出地址的方式。有直接给出的,有间接给出的,有经过某种变换后获得地址的,这些种种不同的寻找地址码的方式称为寻址方式。详细讨论寻址方式,已超出了本书的范围,这里不再赘述。下面我们将简单介绍指令的类型。

二、指令类型

在一般的计算机中,常见的指令有四类。

1. 传送指令

传送指令的执行,使一个操作数从原来所在的寄存器或存储单元传送到一个新的地方(可能是另一个寄存器或存储单元)。有的功能强的计算机的传送指令可将数据块(连续存放的若干个数据)从一个地方搬迁到另一个地方。使用传送指令,可以将存储器中存放的数取出来,也可把运算结果从寄存器存放到存储器。这类指令是常用指令,通常称为访问(内存)指令。

2. 输入输出指令

这是一类特殊的传送指令,用来控制输入输出操作,将外围设备的信息输入到计算机的主存储器,或将主存储器的信息输出到外围设备,通过外围设备再直接跟人打交道。

3. 运算指令

计算机执行的运算有算术运算和逻辑运算。一般机器的算术运算指令包括加、进位加、减、借位减和比较大小等指令,功能强的机器还包括乘和除。有的运算只涉及一个操作数,这类运算称为一目运算,例如,加 1、减 1、求反码和求补码等。逻辑运算主要有逻辑加、逻辑乘、异或和测试等指令。复杂的运算都需要转换成上述简单的运算。例如,求三角函数、指数运算、对数运算等都需要转换成一系列简单运算,一步一步地执行。

4. 控制转移指令

我们曾经反复强调,程序顺序执行指令序列,后来又讲到,程序计数器的内容是将要执行的指令的存放地址,也就是说,程序计数器控制着指令的执行顺序。程序计数器加 1,保证了程序顺序执行。若改变程序计数器的内容,也就改变了程序执行的顺序。若一台机器每秒钟执行百万条指令,我们编出含顺序执行的一百万条指令的程序是非常困难的,事实上,编出的程序远远低于一百万条,其中有一些指令在不断地重复执行。实现重复的方法就是修改指令计数器的内容,给出某个地址传送到程序计数器中,强制(控制)计算机改变执行的路径,这类指令称为控制转移指令。例如,条件转移、无条件转移、调用、返回、中断和重复等指令。

计算机提供各类指令作为编制程序的基础,这些指令构成了计算机的指令系统,即可由计

计算机直接执行的机器语言。不同的计算机可能有不同的指令系统,指令格式可能有所不同,但结构是大同小异的。

2.3 汇编语言

使用机器语言编制程序,必须使用二进制代码编写。人们日常生活使用的是十进制,对二进制不习惯,且二进制的位数一旦大于10位,就很难读和写,容易将0或1的位置搞错,使数据或指令发生错误。所以,二进制具有难读、难写、易出错、冗长等缺点,不太适合人们直接用来编程。

为了克服上述缺点,人们提出用助记忆的方法,用符号来表示操作和地址,也就是将指令符号化,这样就产生了汇编语言。

汇编语言是一种用符号表示的,与机器指令基本对应的程序设计语言。它与机器语言比较接近,通常专属于某种型号或某种系列的机器,所以我们称它为面向机器的语言。

汇编语言的语句基本上是与机器语言的指令一一对应的,它将机器语言指令符号化,以达到易读、易写和不易出错的目的。例如,语句

MOV R₀,R₁;

是一条传送指令。其中,MOV是操作传送(0000)的助记忆符号,R₀和R₁分别表示第一操作数和第二操作数的所在地址。这条指令表示将R₁的内容传送到R₀,可简写为R₁→R₀。如语句

ADD R₀,R₁;

是一条加法指令。其中,ADD是操作加(0001)的助记忆符号。这条指令表示将R₁的内容与R₀的内容相加,结果存放在R₀中,可简写为R₁+R₀→R₀。

我们曾经反复强调,计算机只懂得机器语言,只能执行机器语言编写的程序,所以,它不懂得汇编语言。为了用汇编语言编写的程序能让机器执行,需要将汇编语言程序“翻译”成能由机器直接执行的完全等价的机器语言程序。这项翻译工作也是由一个程序来完成的,这个程序称为汇编程序。

汇编语言除了具有与机器指令一一对应的语句外,还需要向汇编程序告诉一些信息,这些告诉信息的语句称为说明语句,另外还有定义数据的定义语句。现代汇编语言已发展得功能相当强了,它与机器指令已经不仅仅是——对应的关系。

汇编语言使人们摆脱了使用二进制代码编写程序,提高了效率,减少了错误。但是,汇编语言是面向机器的语言,使用汇编语言必须对机器内部的一些细节有所了解,这就需要专业人员来编程序,对推广使用不利。为了让更多的人能够使用计算机,人们设计了在不同程度上接近于自然语言的程序设计语言,这类语言称为高级程序设计语言(以下简称高级语言)。

2.4 高级程序设计语言

高级语言是面向问题或过程的语言,它与机器无关。这样,使得对计算机的具体机器不用了解,就可以使用计算机。高级语言的出现,促进了计算机的应用,推动了计算机发展。

高级语言使编制程序简单化、自然化了。例如,算式 $2+3+5=10$,假定2、3、5和10分别存放在名字为A、B、C和D的存储单元,那么,在高级语言中用一个语句