

计算机工程导论

计算机工程导论

俸远祯 编著

EP301

版社

电子工业出版社

71401
29

计算机工程导论

俸远楨 编著



电子工业出版社

(京)新登字 055 号

内 容 简 介

本书是参照(ACM—IEEE/CS 91 计算教程),并结合我国教学计划而编写的一本教材,全书系统而通俗地介绍了计算机公共基础知识、计算机系统的硬软件组成、典型应用、发展史与展望。可作为计算机专业的入门教材,也可作为有关培训及非计算机专业的教材或参考书。

全书共分八章。第一章概论强调了信息的数字化概念。第二、三、四章分别从三个方面介绍计算机的公共基础知识,其中第二章详细介绍数据信息的表示方法,第三章简要介绍算法、程序及语言的基本概念,第四章通俗地介绍计算机工作的逻辑基础。第五章从部件级介绍硬件组成,从寄存器级介绍 CPU,以及存储器与主要外围设备的基本特性。第六章简要介绍软件系统组成及基本概念。第七章介绍了典型的应用领域。第八章以较丰富的材料,介绍了计算机的发展史、当前的典型机种、研究课题与发展前景。

JS456/12

计算机工程导论

俸远祯 编著

特约编辑 永康

责任编辑 王昌铭

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子部情报所印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:10 字数:256 千字

1993 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 1 次印刷

印数:7000 册 定价:6.30 元

ISBN7-5053-2176-5/TP·583

前 言

近年来,国内各院校纷纷为计算机专业一年级开设了《计算机导论》课,在《ACM/IEEE—CS 计算 1991 教程》中,也设置有《计算机工程导论》课程。然而,对于是否需要开设这门课程、课程的恰当名称、教学目的、教学内容,目前仍在探讨之中,更缺少成熟的教材。作者所在的电子科技大学,开设本课已有六年,作为一种尝试,我们在原编写的教材基础之上,参照《91 教程》与国内现行教学计划,编写成本书。

《导论》课的任务是引导初学者尽快地入门。怎样学习计算机?我们将之归纳为三条基本线索:(1)学习使用计算机。为此许多院校在一年级就开设《PASCAL 语言程序设计》,让学生学会编制程序,操作使用计算机。(2)学习计算机系统的组成方法,了解内部工作机制。我们将《计算机工程导论》视为这一方面的入门课程,它与《PASCAL 语言程序设计》形成二条并行的入门线索,各有其作用,不能相互取代。(3)从算法入门,学习计算机科学的有关知识。为此有的学校在一年级开设《计算机科学导论》课,这是另一种选择。

本书在内容组织上希望达到三个方面的目的:

(1)提供各专业课所需的公共基础知识,减少各课间的重复。为此介绍了:计算机系统的组成与工作方式,信息的数字化概念,数据的信息表示,算法、程序、语言的一般知识,计算机工作的逻辑基础,寄存器级传送概念,指令的读取与执行,常用设备的特性等。其中,数据信息的表示是重点,比较详细,后续课程可不再讲。

在上述内容中,突出了两条基本线索:信息表示数字化,处理功能逻辑化。

(2)尽早让学生了解计算机技术的概貌,为今后独立自学、参加课外科技活动打好基础。为此介绍了:计算机系统的硬软件组成,当前的典型机种,常用程序设计语言等。当然,要深入掌握计算机专业知识,必须遵循认识规律,按照本专业知识结构与各课程间的衔接关系,有序地逐步执行教学计划。但如果没有《导论》课,学生一般要到三年级末才能基本了解专业全貌。接触专业迟缓,将影响学生对自学能力与实际工作能力的培养,这已是得到共识的一个教训。设置《导论》课,正是为了消除旧教学计划的这一缺陷。

(3)通过介绍计算机的典型应用领域、典型机种、发展史、当前研究课题、前景展望,激发学生的学习热情与创造愿望,帮助他们在今后学习中有意识地寻找自己的探索方向,从而能主动地去学习。为此本书提供了比大多数同类书籍要丰富的材料,涉及了许多较新的领域和学科前沿方向。

几乎每门课程都有自己的绪论,《导论》就是整个教学计划的“绪论”。在书中既全面地介绍了计算机的各个方面,并综合地介绍了各种后续课程将讲些什么,使学生对今后将如何学习能够心中有数。虽然《导论》涉及的许多内容还将在后续课程中深入展开,但基于前述的种种理由,开设《导论》课显然是有益的,能对学生起到良好的引导作用。

本书内容比较广泛,而且有意识地引入更多的概念,甚至是比较新的概念,可能超出 30 余学时的讲授范围。因此教学中的一个关键问题,是根据需要与可能恰当地选取教学内容。最后二章也可开设成若干专题讲座,其内容可随时更新,并可结合本校在科研方面所从事的课题。

本课程的开设,其教学体系与内容,都还在探讨之中,涉及的知识面较宽。而编者的水平有限、对书中的错误与不妥之处,敬请批评指正。

编者

1992年11月

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 计算机技术的重要地位	(1)
1.2 计算机的基本组成及其工作	(2)
1.2.1 电子数字计算机的基本组成	(3)
1.2.2 硬件与软件	(4)
1.2.3 怎样学习	(5)
1.3 计算机的信息表示	(6)
1.3.1 计算机是一种信息处理工具	(6)
1.3.2 信息的数字化表示	(8)
1.4 计算机的特点与性能指标.....	(10)
1.4.1 计算机特点	(10)
1.4.2 计算机的性能指标	(11)
第二章 数据信息表示方法与组织	(13)
2.1 进位计数制.....	(13)
2.1.1 进位计数制的基本概念	(13)
2.1.2 计算机中常用的计数制	(14)
2.1.3 各种数制间的相互转换	(18)
2.2 带符号数的机器表示.....	(21)
2.2.1 真值与机器数	(21)
2.2.2 原码表示法	(22)
2.2.3 补码表示法	(23)
2.2.4 反码表示法	(28)
2.3 数的定点表示与浮点表示.....	(29)
2.3.1 定点表示法	(29)
2.3.2 浮点表示法	(30)
2.4 字符的表示.....	(33)
2.4.1 ASCII 码	(34)
2.4.2 汉字编码简介.....	(37)
2.5 数据的组织.....	(39)
2.5.1 数据的组织	(39)
2.5.2 基本的数据结构类型	(40)
小结	(42)
第三章 算法、程序与语言	(43)
3.1 算法及其基本性质.....	(43)
3.2 程序流程及其结构.....	(45)
3.2.1 程序流程图	(45)
3.2.2 程序的基本结构形态	(48)

3.3 面向机器的指令与语言	(48)
3.3.1 机器指令与机器语言	(49)
3.3.2 汇编语言	(50)
3.4 高级程序设计语言	(51)
小结	(54)
第四章 计算机工作的逻辑基础	(56)
4.1 基本逻辑关系与逻辑电路单元	(56)
4.1.1 最基本的三种逻辑关系	(57)
4.1.2 一些常用的逻辑电路单元	(60)
4.1.3 逻辑代数与逻辑电路	(62)
4.2 运算逻辑	(64)
4.2.1 一位全加器的运算逻辑	(64)
4.2.2 逻辑运算的实现与一些应用举例	(66)
4.3 信息存储逻辑	(67)
4.3.1 R—S 触发器	(67)
4.3.2 D 触发器	(69)
4.3.3 寄存器	(69)
4.3.4 半导体存储器	(70)
4.4 传送控制逻辑	(71)
4.4.1 用与门控制信息传送	(71)
4.4.2 用与或门实现多路选择	(72)
4.5 其他常用逻辑部件	(73)
4.5.1 计数器	(73)
4.5.2 编码器	(74)
4.5.3 译码器	(76)
小结	(77)
第五章 计算机系统的硬件组成	(78)
5.1 典型系统结构	(78)
5.1.1 系统组成	(78)
5.1.2 系统装配	(79)
5.2 CPU 概念模型与指令执行	(80)
5.2.1 简化的 CPU 模型	(80)
5.2.2 指令的读取与执行	(82)
5.2.3 一种典型 CPU	(83)
5.3 存储器与外围设备特性	(87)
5.3.1 主存储器	(87)
5.3.2 磁盘存储器	(88)
5.3.3 键盘	(89)
5.3.4 显示器	(89)
5.3.5 打印装置	(90)
小结	(90)
第六章 软件系统	(92)

6.1 软件的组成概述	(92)
6.1.1 从软件配置的角度分类	(92)
6.1.2 按软件用途分类	(93)
6.2 语言处理程序	(93)
6.2.1 解释方式	(93)
6.2.2 编译方式	(94)
6.2.3 编译的基本过程	(95)
6.3 操作系统	(96)
6.3.1 操作系统的出现与系统类型	(97)
6.3.2 操作系统的主要功能与基本组成	(99)
6.3.3 典型操作系统举例	(103)
6.4 数据管理系统	(104)
6.4.1 程序直接管理数据方式	(104)
6.4.2 文件系统管理数据方式	(104)
6.4.3 数据库系统管理数据方式	(105)
6.5 服务性程序与人机交互环境	(106)
6.6 计算机系统的层次结构	(109)
第七章 计算机的应用	(111)
7.1 科学计算	(111)
7.2 数据处理	(111)
7.2.1 科技工程中的数据处理	(112)
7.2.2 信息管理中的数据处理	(112)
7.3 信息管理与办公室自动化	(113)
7.4 过程控制	(114)
7.5 计算机辅助设计	(115)
7.6 人工智能	(116)
第八章 发展史与前景展望	(119)
8.1 计算机的发展史	(119)
8.1.1 第一代电子计算机	(120)
8.1.2 第二代电子计算机	(121)
8.1.3 第三代计算机	(121)
8.1.4 第四代计算机	(122)
8.1.5 我国的计算机发展史	(123)
8.2 典型机种	(124)
8.2.1 微型计算机	(124)
8.2.2 小型机与超级小型计算机	(128)
8.2.3 大、中型机	(129)
8.2.4 巨型机	(129)
8.3 研究课题与前景展望	(130)
8.3.1 基础器件与外围设备	(130)
8.3.2 体系结构	(132)
8.3.3 计算机网络	(135)

8.3.4 计算机软件与计算机科学	(137)
8.3.5 第五代计算机	(139)
8.3.6 神经网络与神经计算机	(142)
结束语	(144)
习 题	(145)
参考文献	(152)

第一章 概论

提起计算机,几乎无人不知。我们通常所说的计算机是指电子数字计算机,即用电子电路实现数字运算的计算机。在本章中,将首先阐述三个问题。

在当今的新技术革命中,计算机技术占据着甚么样的地位?为什么人们将一个国家的计算机技术水平视作衡量其科学技术水平高低的重要标志?

计算机是什么?它由什么组成?如何工作?我们将沿着怎样的线索去学习有关的知识?

为什么叫做“数字计算机”?这里涉及到计算机工作原理中的一个基本概念:信息的数字化表示。了解这一点,就能理解计算机的工作特点。

1.1 计算机技术的重要地位

人类社会正在各个方面出现巨大的飞跃,新的技术成果层出不穷,迅速地改变着人类生活的面貌。有人认为,现在是“第四次工业革命”或“信息革命”时代。大家知道,蒸汽机的发明与应用带来了第一次工业革命,电气化则推动了第二次工业革命,第三次工业革命以原子能技术与电子技术的发展为其主要特征。那么,第四次工业革命的主要标志是什么呢?那就是信息处理技术的飞速发展,及其与各种领域的结合。在西方,有些社会学家将当前的大趋势形容为人类社会的“第三次浪潮”。他们认为,第一次浪潮出现了农业社会,第二次浪潮出了工业化社会,而现在的第三次浪潮正将人类社会推向信息社会,或称为知识驱动社会。总之,一场意义极其重大的“新技术革命”正在进行之中,它向我们提出了挑战,也带来了机会。

这场新技术革命涉及到几乎所有的领域,包括人们的生活、学习、工作方式。有许多时髦的提法广为流传,其中得到普遍赞同的一种观点是:将最关键的四个领域称之为新技术革命的四大支柱。它们是:以计算机技术为核心的信息处理技术、生物工程技术、新能源技术、新材料。

首先,我们讨论一下“信息”这个含意非常广泛的术语。人们可以轻而易举地找出许多例子说明信息的存在和体现,例如一句话、一幅图画、一则消息,因而这是一个容易理解的词,但我们又感到很难将它的含意用通俗语言全面概括,这也是因为它无所不在。从哲学上讲,信息是事物运动、内部联系的存在形式或表达形式。通俗些说,信息的基本形式可能是数据、符号、文字、语言、图象……等。例如工厂统计报表中的数据,反映了工厂生产状况的信息;由运算符号与数字组成的一个计算公式,体现了某种算法的信息;一份论文中的文字,教师授课时的言语,在黑板上绘制的图形,照相机拍摄下的一幅图象……等等,无不体现着某种事物的信息。而人们之间的交谈与书信文件往来,就是信息的传送。如果剖析一下我们每天的活动,就可以得出这样的结论:大部分的时间是花费在接受信息、处理加工信息,以及传送信息上。例如银行的业务员,接收各种单据,加以核查、计算处理,形成新的报表,转送给有关部门。又如工厂的设计人员收集与任务有关的数据与各种要求,进行各种设计计算,绘制图纸,编写说明,然后送给生产车间进行加工。再如人们参加讨论会一类的社会活动,也是从交谈与观察中接收信息,通过自己的思维进行逻辑加工,以发言的形式向别人传送信息。因此,信息处理存在于所有领域,利用计算机提高信息处理的效率与水平,具有极其重要的意义。

一开始,研制计算机的目的是为了进行数值计算,提高运算速度,例如第一台电子数字计算机 ENIAC,就是用于计算炮弹的弹道。随着技术的发展,计算机不仅可用作一般含意的计算,它还可以用来进行广泛的信息处理。例如企业与机关可以建立计算机信息管理系统,对数据进行统计、分析处理;将大量的数据,包含文字与图形,存储在计算机中,以供快速检索查找;利用计算机编辑各种文件。科研设计部门可以利用计算机进行设计计算,方案比较,绘制设计图纸,模拟实验结果。在生产过程中利用计算机自动采集数据,监视生产运行状况,输出控制信号实现生产过程的自动控制。将计算机技术与通信技术相结合,用计算机控制通信设备,对传送的声音、文字、图象与数据进行处理。大家不难列举许多可以使用计算机的例子,他们表明:由于使用先进的计算机,人们处理信息与传送信息的能力大大提高,这就从根本上提高了人的能力与效率。

逻辑判断与决策是更高一级的信息处理。为此,我们预先对计算机输入有关的逻辑规则,当计算机获得所需处理的信息后,就能自动地找到有关的规则,进行逻辑推理,作出相应的决策。从普及的电子游戏到高级的计算机下棋,从医疗诊断的专家系统到国民经济管理用的决策系统,乃至用于军事目的的远程雷达警戒系统等,都具有逻辑运算能力。

知识也是一种信息,而且是更高级形态的信息。任何领域的活动与发展都离不开知识,当前社会高速发展的一个突出标志就是所谓“知识爆炸”。即总结报道各种成果的文献资料量高速膨胀,靠人工方式收集查阅资料越来越困难。利用计算机这种信息处理工具,可将大量知识信息存储起来,并能够高效率地进行检索,以查寻自己所需的有关知识。这就减少了研究工作中的不必要重复,使我们获得最新的技术知识,这对所有领域的重要意义是不言而喻的。现在,一个更为诱人的前景已经出现,那就是让计算机具有更高级的知识表达能力、学习能力和逻辑推理能力,即具有“人工智能”。这样的计算机就真正成为人类智能的延伸,他将导致人类文化和生产的加速发展,计算机的功能也从一般概念上的信息处理,上升为知识处理。

虽然我们无法穷举利用计算机进行信息处理在所有领域中的重要意义,因为这实在是太广泛了。但是我们已经能够充分理解,随着社会的发展,信息量越来越大,对信息的处理与传递,对知识的存储与利用,使人类智能得以高度延伸和发展,这已经成为人类社会中越来越重要的范畴。因此人们得出结论:今天的社会正由工业化社会进入信息社会,计算机技术水平成为衡量一个国家科学技术水平高低的重要标志之一。我国国家科委制定了一份“信息技术发展政策要点”,该文件指出:“信息技术是当代世界商品经济发展中的最活跃的生产力。应用信息技术提高工业和服务业的效率,促进管理和决策的科学化,促进社会主义商品经济发展,是我国在新的历史时期的重大任务”。

1.2 计算机的基本组成及其工作

当一个初学者了解到计算机具有头等重要的意义,并且对它发生了浓厚的兴趣之后,往往急于了解:计算机是什么?它究竟是怎样工作的?要马上弄懂所有的问题是困难的,让我们以尽量通俗的方式先介绍一些最基本的概念,更重要的是找到一些学习计算机原理的基本线索。

首先,我们应当记住:计算机的工作,归根到底是模仿人的工作方式与思维方式。让我们先分析一下人是怎样进行计算的,需要些什么?

假定教师向学生布置一道计算题: $\frac{2+4}{3}=?$ 学生需要一张纸,将试题记在纸上,拟定计算步

骤(先加后除),通过大脑完成运算,然后将计算结果用笔记在纸上,交给教师。如果我们想通过电子计算机来完成这个任务,就需要一个叫做存储器的部件,它的作用类似于可以记录信息的纸,用来存放数据和体现运算步骤的程序;需要一个运算器进行计算,它的作用类似于可实现四则运算的大脑功能;计算机是一种以电子装置为主的设备,需要配备输入设备,以便将数据和程序送入计算机,类似于人工记录试题;还需通过输出设备将计算结果送出,类似于用笔书写答案;人工计算的全过程是在大脑控制下进行的,相应地计算机中需要一个控制器,控制输入、存储、运算、输出等工作。下面我们用一种框图说明计算机的基本组成。

1.2.1 电子数字计算机的基本组成

图 1-1 以粗框图的形式表示数字计算机的基本硬件组成。图中用方框表示计算机的主要部件,典型的数字计算机由五大部分组成,即运算器、存储器、控制器、输入设备、输出设备。方框之间用线表示各部件之间的信息传送与传送方向,有些连线旁用文字简要注明信息的类型。

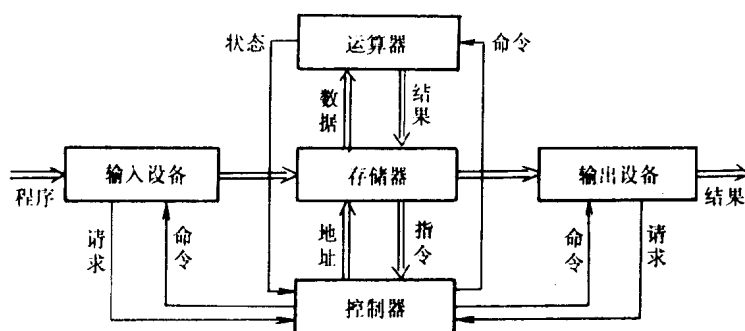


图 1-1 数字计算机的简单框图

要用计算机完成某项计算任务,或求解某个问题,必须事先编制程序,告诉计算机需要做哪些事,按什么步骤去做,并向计算机提供所要处理的原始数据。求解一个问题,可能需要分成若干步去做,每一步要求计算机执行的操作命令称为一条指令。所以程序是由若干条指令按一定顺序组成的;换句话说,程序包含特定的指令序列(与某一算法相对应),以及相关的原始数据。

人工编写的程序可以先写在纸上,再通过输入设备,将程序送入计算机的存储器中,最常用的一种输入设备是键盘,可以用键盘将程序键入计算机,就象使用打字机打字一样。

送入的程序包含若干条指令和若干个数据。相应地需要将存储器分成许多个单元,并给每个单元编号,称为地址,如同一栋大楼分成若干房间,而每个房间有一个房号。那么这些程序与数据又是怎样分存在存储器中呢?最简单的作法是一个单元存放一条指令,或是用来存放一个数。如果指令或数比较长,就用几个相邻的单元存放一条指令或数。因此,存储器的一个重要特性就是能够按地址存放或读取内容。例如我们从 3 单元读得一个数 5,3 是该单元地址码,而 5 是该单元的内容。

控制器从存储器中依次读取指令,分析指令要求计算机做什么操作,参与运算的数存放在存储器哪些单元中,然后向存储器送出单元地址码,取出数据,送入运算器进行运算处理,控制器同时向运算器发出做什么运算的操作命令。

运算器从存储器获得需要运算的数据,从控制器接受操作命令,进行运算处理,然后将运算结果送回存储器。如果一段程序要求依次执行多种计算,就存在一个如何保存中间结果的问题,为此在运算器中设置一些能暂时保存信息的部件,叫做寄存器。程序的执行顺序可能与运

行结果有关,所以运算器又将其运行状态送往控制器。

运算结束,或者是告一段落,启动输出设备如打印机,将运算结果告诉用户。

早期的计算机常设有一个控制台,人可以通过它去启动或停止计算机工作,或对计算机的工作进行必要的干预,叫做“人机对话”。现在则常是通过键盘实现上述功能,不一定再设置明显的“控制台”。

至此,我们沿计算机的工作过程,介绍了电子数字计算机的基本组成。它有五类部件:存储器用来存放程序与数据信息;运算器负责各种运算处理;输入设备将程序与数据转换成计算机能够识别与存储的信息形式,并送入计算机;输出设备将运算结果以人能接受的形式输出;而上述工作是在控制器管理指挥之下进行的。

1.2.2 硬件与软件

从以上的叙述可以看出,计算机包含两大范畴,或者说两种成份,即通常所说的硬件和软件。

硬件指计算机的设备实体,如前述的五大部件,它们是一些可以触摸得到的“硬”设备。

常将运算器与控制器两部分合称为中央处理器(Central Processing Unit),简称为 CPU,即能进行控制处理的部件。在采用大规模集成电路技术的微型计算机中,往往将 CPU 制作在一块芯片上。而在小型计算机中与大型机中,CPU 可能需要占有一块插件或一个机柜。

随着计算机功能的扩大,存储器的容量日益增加,相应地将整个存储系统分为两级。如前所述能为 CPU 直接访问(进行存取)的部分,称为主存储器。将要运行的程序与数据就存放在主存储器之中,主存的容量相对小些,但工作速度较高。常将中央处理机与主存储器合称为主机部分,因此位于主机范畴之内的主存储器,又被称为内存储器,简称为内存。第二级存储器称为后援存储器,因为他位于主机之外,所以又叫做外存储器,简称为外存。常用的外存储器有磁带存储器与磁盘存储器,他们的容量比较大,但工作速度比主存慢,用来存放不是马上就需要的程序与数据。如果说主存好比人脑的记忆组织,那么外存就好比我们的备忘录与参考书籍。

相对于 CPU 与主存构成的主机,我们将输入设备与输出设备(简称为 I/O)合称为外围设备,简称为外设。输入与输出是以主机为基准而言。有的设备只有输入功能,或只有输出功能,有的设备则兼有这两种功能。常用的 I/O 设备有:键盘、打印机、显示器,以及一些信号变换设备。常将磁带与磁盘等外存也看成是外围设备的一种。

那么软件又是什么呢?简单地讲,软件指计算机中的程序以及有关的文件,即除了硬件以外的其他部分。以珠算工具为例,算盘是一种硬件,而各种珠算口诀就相当于软件。计算机与此相仿,各种程序体现了为解决各种问题的算法,他们被存放在计算机的存储器中,是些触摸不到的信息,相对于可被触摸的硬设备,他们是“软”的,被称为软件。

只有硬件的计算机被称为裸机,还需要配置各种程序即软件,才有实用价值。首先,需要配置一些负责计算机系统调度管理功能的程序,称为操作系统;操作系统提供一组操作命令,用户可以通过这些命令去操作使用计算机。为了让计算机能够识别和理解,编制程序时需要使用严格约定的命令语句,为此,人们设计出多种程序设计语言,例如 BASIC 语言就是其中的一种;相应地计算机需要配置一些负责解释这些语言的语言处理程序,如解释程序或编译程序。为了扩展计算机的功能、方便各种用户的使用,人们编制了许多具有一定通用价值的实用程序,例如帮助编辑修改的编辑软件、帮助调试观察的调试程序、各种制表软件、图形软件、数据处理软件、标准子程序库……等,这就形成了庞大的计算机软件资源,存放在磁盘或磁带中,供

用户们选用。当用户需要使用计算机解决某些问题时,就可以选择某种计算机、某种程序设计语言,利用某些软件资源,设计相应的算法,编制自己的用户程序。因此我们可以将计算机软件划分成两类:一类是作为系统配置的软件资源,提供给用户使用的,叫做系统软件;另一类是各种用户根据自己需要所编制的应用程序,叫做应用软件。

如上所述,计算机是一种复杂的系统,可以从不同的角度将它分为若干层次。这样,我们就可以按照自己的需要,从中选取某一个或几个层次,去了解和分析计算机的工作。必须高度强调硬件与软件的相互结合,因为计算机系统是一个硬件与软件的综合体。硬件是软件工作(执行程序)的基础,通过配置各种软件,计算机才具有强大的功能,才能应用于各种领域。

1.2.3 怎样学习

计算机的组成比较复杂,特别是他的软件,体现着人类智能的机器实现与延伸,几乎可以无限地扩展与积累。计算机一方面综合运用了多种技术成果,另一方面又应用于各种领域,因此他涉及的知识范围相当广泛。可以沿着哪些线索入门去探索其中的奥秘呢?我们将之归纳为三条基本线索:

1. 使用计算机

选择一、二种典型的计算机,熟悉并掌握他们的操作方法。学习几种有代表性的常用程序设计语言,掌握编程技巧。针对几种典型的应用领域,编制某些程序,上机调试并运行这些程序。通过这一系列的学习与锻炼,逐步培养应用计算机的能力。

在目前的计算机专业本科教学计划中,往往采取这样的安排:在一年级就开设程序设计语言课,如 PASCAL 语言,作为使用计算机与编程的入门。在二年级学习某种汇编语言,这是一种与计算机硬件的细节关系较密切的语言,更接近于计算机硬件最终执行的指令序列。高年级将开设若干选修课程,例如在编制系统软件时广泛使用的 C 语言、数据库系统、计算机图形学、软件开发调试等。此外,在各种技术基础课与专业课中尽可能地提供上机实践机会,做到上机不断线;在第二课堂活动中,让学生自由选择课题,进行进一步的学习与研究,培养实际工作能力。

2. 掌握计算机的工作机理

为了更好地应用计算机,例如自行构造计算机应用系统,掌握高级开发技术,必须对计算机系统的内部组成与工作机理有深入的了解。现在,各行各业、各种技术层次的人都在使用计算机,那么,接受计算机专业教育培养的技术人才应当在哪些方面具有自己的优势呢?我们认为这种优势首先表现为:不仅能从事用户级的工作,还能从事系统级的工作。例如深入了解系统硬件与软件的工作原理,能分析与解决系统运行中发生的问题;掌握设计方法,能根据需要进行扩展、改进系统功能,乃至重新设计系统;能剖析已有的成熟软件,在此基础上进行二次开发,或移植到其他的计算机系统上,乃至自行研制开发系统软件。我们还希望本专业的毕业生,应具有在今后研制新型计算机系统及软件的基础知识与相应能力。

大部分专业基础课与专业课,就是沿这条线索设置的。硬件方面:数字电路与逻辑设计课提供计算机的电路基础与逻辑基础知识,计算机组成原理课,阐述单机系统的内部组成、设计方法及内部工作机制,系统结构课进一步讨论为提高计算机性能采取的结构措施。微机系统与接口技术课,则具体介绍广泛应用的微型计算机,以及接口技术。

软件方面:数据结构课介绍了数据(计算机处理的对象)的逻辑结构、物理结构,以及处理这些结构的相应算法,操作系统课则讨论对计算机系统硬件资源与软件资源进行调度管理的

方法,以及由此形成的操作系统,他是系统软件的核心,编译技术课将阐述语言处理程序(解释或编译)的原理与方法。此外还有数据库系统、软件工程等课程。

3. 以算法为中心学习计算机科学知识

计算机学科是一门实践性特别强的学科,由于他综合运用各种技术成果并极为广泛地应用于各种领域,迄今为止,他在工程设计、技术更新和应用方面取得的进展,仍领先于科学理论建设。但计算机学科的重要性日益突出,人们认识到必须建立并发展其科学理论体系。早在1961年,开始提出计算机科学这一概念,至今仍在探讨并发展他的含意与体系。一般认为计算机科学以研究算法为核心内容,这就将计算机科学技术所涉及到的许多内容,抽象为数学概念,形成完整的数学体系。所谓算法,是指利用计算机求解问题的方法,他既包括各种应用领域的待解问题,也包括对计算机系统本身进行调度管理的一些问题。从这些含意展开去,我们可以这样认为:算法是利用计算机求解问题的数学方法,是实现信息处理的方法,程序是描述算法的体现,而计算机则是具体实现算法的机器。

当我们沿着应用计算机与了解其工作机理这两方面,掌握了基本理论与技术之后,就可以朝抽象化的计算机科学理论体系方面迈出步伐。例如学习计算理论、算法分析与设计等课程,探讨:为了更有效地执行算法,应如何更合理地设计计算机系统?应如何用更好的程序设计语言去描述算法?

本书的任务就是向初学者展现计算机科学技术的概貌,以简明而通俗的方式,介绍计算机系统的硬软件组成及其工作原理,作为一种入门的引导。

1.3 计算机的信息表示

作为信息处理工具的计算机,其工作原理涉及两个重要基础。一是采用数字化方式表示各种信息,这既包含计算机所处理的对象,也包含计算机本身的控制信息。二是采用数字电路构成的逻辑部件,实现各种基本功能,使计算机的算术运算功能与逻辑运算功能具有统一的逻辑基础。在本章中,我们先阐明信息表示方面的基本思想,以及由此决定的计算机的一系列特点。

1.3.1 计算机是一种信息处理工具

由于计算机是一种信息处理工具,所以他的各项工作可以归结为这样几个方面:信息的表示、存储、变换、传送、加工处理,以及对这些过程的控制。我们可以将这些问题作为一条基线,沿此去分析计算机的工作过程及其机理。本书的重点之一,就是从数据信息表示、控制信息(程序信息)表示、逻辑问题描述这样几个方面,阐明信息表示的基本思想。下面先概括一下上述问题所涉及的内容,作为学习本书及后续课程的一个纲要。

1. 信息如何表示

从硬件的角度,信息表示问题涉及采用何种形式的信号。例如计算机内用电信号表示信息,高电平表示1,低电平表示0。又如磁盘与磁带中,用磁化状况的不同变化规律表示信息;穿孔纸带有孔表示1,无孔表示0等。

从软件的角度,信息表示问题涉及到:用何种格式表示一个数(何种进位制、如何表示数符、码制、小数点位置等),如何表示字符,如何表示机器指令,如何组织数据信息,以及采用什么程序设计语言去编写程序等。

从更高层次讲,信息表示问题还涉及到:对复杂问题的描述,乃至对知识的表达。总之,你如果要解决一个问题,首先得设法对他进行描述(即信息表示),然后设法让计算机能够识别与理解他,才能予以解决。所以我们认为:信息的表示是计算机工作的一个起点。

2. 如何存储信息

在硬件方面,需要研究能够用来保存信息的各种物理机制,例如用特定的电路保存信息,以及利用剩磁磁化状态保存信息,就是两种最基本的方法。

但是众多的信息如何有机地组织,以便保存并能调用,这就涉及到在软件上如何选择被存信息的组织结构,例如文件及数据记录的格式,以及他们的数据结构等。

3. 信息的变换

在不同的设备中,信息存在与表示的形式可能不同,这就需要一些进行信息变换的设备。输入设备将程序信息变换为计算机能识别的形式,例如光电式输入机将穿孔信息转换为电信号,键盘则通过按键将程序信息与操作命令转换为电信号。输出设备将计算机的处理结果或计算机内保存的信息,变换为操作员或下一级计算机所能识别的信息形式。例如打印机与 CRT 显示器能将结果告诉使用者,而磁带与磁盘可以记录本次处理的结果,供下一次计算机使用(可能是另一台计算机,当然也可能是自己)。

在软件方面,广义的信息变换包含数制转换(如二进制与十进制间的转换)、码制转换(一种代码转换为另一种代码)、各种程序设计语言与机器能直接识别的机器语言之间的翻译解释等。

4. 信息的传送

宏观地看,程序的输入,结果的输出,计算机系统内各设备之间的通信,计算机与计算机之间的通信,都属于信息的传送。更深入一步从微观上看,计算机内部究竟是怎样工作呢?(即如何执行指令),控制器向各有关部分发操作命令,从主存中取出指令,再根据指令要求从主存中取出操作数,送往运算器执行指定的运算操作,将运算结果送回主存指定单元,这一切也体现为信息的传送。所以我们认为:计算机的操作可以归结为信息传送。其中包括两种信息流:一是数据流,即计算机所要处理的对象信息;二是控制流,即程序信息与微命令序列,他们是控制计算机工作的信息。这是一个重要的概念,当我们在今后深入探讨计算机内部工作原理的时候,将把重点放在对下述问题的研究上:即如何按程序指令要求,去控制实现有关的信息传送。

5. 信息的加工处理

大家知道,一个复杂的数学问题,可以通过某种算法,最终转化为一组四则运算一类的基本运算。同样,一个复杂的逻辑问题如逻辑判断与推理,也可以通过相应的算法转化为一组种类极其有限的基本逻辑运算。所以一般的作法是:在硬件上设置有一个或多个运算部件,他们能完成若干种基本的算术运算和逻辑运算;以这些基本的硬件为基础,通过软件的支持即编制各种程序、实现各种可能更复杂的加工处理任务。

6. 对上述过程的控制

计算机能按程序的要求有序地实现上述功能,为此计算机硬件设有控制器,他能解释程序指令与键盘命令的含意,有序地发出控制命令,协调指挥各部分工作。这也涉及到在计算机内以什么形式的物理信号表示控制命令。

为了使计算机系统功能不断增强,除了硬设备外,还要为他配置许多有用的程序,这些都是我们可以使用的硬软资源。需要编制一套管理程序进行调度控制。

1.3.2 信息的数字化表示

计算机的工作原理基于信息的数字化表示,这里有两层含意:在逻辑上,各种信息都以数字代码表示;在物理上,这些数字代码则以数字型电信号表示。这就是称作电子式数字计算机的原因。

数字信号是一种在时间上或空间上断续的(离散的)信号,它的单个信号仅取有限的几种状态,目前常用的是二值逻辑,即仅取 0 与 1 两种,依靠彼此离散的多位信号的组合去表示广泛的信息。由于这是数字计算机中最基本的信号形式,是了解计算机硬件工作原理的出发点,我们准备由浅入深地多举几个例子。

例 1 脉冲型数字信号

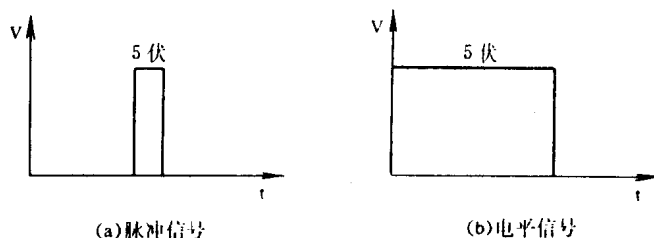


图 1-2 二种形式的数字信号 (a)脉冲信号 (b)电平信号

在电子技术中,常用波形图来描述信号随时间变化的规律,横坐标表示时间,纵坐标表示信号的某个参量如电平。

图 1-2(a)是一种脉冲型数字信号,它随时间的分布是不连续的,呈脉动形状。脉冲未出现时信号电平为 0 伏,脉冲出现时信号为高电平如 +5 伏。我们可以用脉冲的有无来区分 0 与 1,例如定义为:有脉冲为 1,无脉冲为 0。再分析一下信号波形图,脉冲信号的特点是:信号的电平向正方向跳变(也可以是向负方向跳变),并维持很短的时间,然后回到原来的状态。我们可以利用这种跳变(正向或负向)来表示某一时刻,起定时作用,或识别脉冲的有无。

例 2 电平型数字信号

图 1-2(b)描绘了数字信号的第二种类型,即电平信号。可以利用信号电平的高与低,分别表示不同信息,通常定义高电平(如 +5 伏)表示 1,低电平(如 0 伏)表示 0。由于是依据电平高低起作用,与脉冲信号相比,电平信号维持某种电平的时间一般要长些。

从这两个例子我们可以看到,由于单个信号只有两种取值:非 0 即 1,数字信号具有较强的抗干扰能力,因而可靠性高。即使信号受到一定程度的干扰,例如高电平由 +5 伏下降为 4 伏,我们仍能识别这是高电平,它表示 1。又如低电平受到干扰,由 0 伏上升为 0.8 伏,但它还处于低电平范畴,表示 0。虽然单个信号的表示范围很有限,但是我们可以用多个信号的组合来扩大信息表示范围,请看以下例子。

例 3 用一串脉冲表示一个四位数 1101

图 1-3(a)表示:在一根信号线上、在一段时间内发出一组代码,它们表示数字 1101。这是一组在时间上离散的电信号,是一串脉冲,脉冲的出现是断续的,脉冲间存在间隔。我们让一个脉冲(有或无)表示一个数位,事先约定相邻二位信号(脉冲)之间的时间间隔为一个定值,先发高位后发低位,在约定的时刻有脉冲为 1,没有脉冲为 0。所以图 1-3(a)所示的这一串脉冲可用来表示一个二进制数 1101。这种发送方式称为串行传送,增加脉冲序列的长度即位数,就可以扩大数的表示范围。