



高等院校计算机技术与应用系列规划教材

Fundamentals
of Computer
Science and
Technology

Fundamentals
of Computer
Science and
Technology

Fundamentals of Computer Science and Technology

大学计算机基础教程

陆汉权 等 编著

冯博琴 何钦铭 主审



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

高等院校计算机技术与应用系列规划教材

大学计算机基础教程

陆汉权 等 编著

冯博琴 何钦铭 主审

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础教程 / 陆汉权等编著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2006.5

(高等院校计算机技术与应用系列规划教材)

ISBN 7-308-04731-8

I. 大... II. 陆... III. 电子计算机—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 041027 号

大学计算机基础教程

陆汉权 等 编著

冯博琴 何钦铭 主审

策 划 希 言

责任编辑 邹小宁 黄娟琴

封面设计 程 功

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 杭州出版学校印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 26.25

字 数 622 千

版 印 次 2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

印 数 0001—5000

书 号 ISBN 7-308-04731-8/TP·296

定 价 36.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

高等院校计算机技术与应用系列

规划教材编委会

顾问

李国杰 中国工程院院士,中国科学院计算技术研究所所长,浙江大学计算机学院院长

主任

潘云鹤 中国工程院院士,浙江大学校长,计算机专家

副主任

陈 纯 浙江大学计算机学院常务副院长、软件学院院长,教授,浙江省首批特级专家

卢湘鸿 北京语言大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任

冯博琴 西安交通大学计算机教学实验中心主任,教授,原教育部非计算机专业计算机课程教学指导分委员会主任委员,全国高校第一届国家级教学名师

何钦铭 浙江大学软件学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员

委员(按姓氏笔画排列)

马斌荣 首都医科大学教授,2006—2010 年教育部高等学校医药类计算机基础课程教学指导分委员会副主任,北京市有突出贡献专家

石教英 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室学术委员会委员,浙江大学计算机学院教授,中国图像图形学会副理事长

刘甘娜 大连海事大学计算机学院教授,原教育部非计算机专业计算机课程教学指导分委员会委员

庄越挺 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

许端清 浙江大学计算机学院教授

- 宋方敏 南京大学计算机系副主任,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张长海 吉林大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张 森 浙江大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任,全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长
- 邹逢兴 国防科技大学教授,全国高校第一届国家级教学名师
- 陈志刚 中南大学信息学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 陈根才 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校农林类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 陈 越 浙江大学软件学院副院长,教授
- 岳丽华 中国科学技术大学教授,中国计算机学会数据库专委会委员,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 耿卫东 浙江大学计算机学院教授,CAD&CG 国家重点实验室副主任
- 鲁东明 浙江大学计算机学院教授,浙江大学网络与信息中心主任

序 言

在人类进入信息社会的 21 世纪,信息作为重要的开发性资源,与材料、能源共同构成了社会物质生活的三大资源。信息产业的发展水平已成为衡量一个国家现代化水平与综合国力的重要标志。随着各行各业信息化进程的不断加速,计算机应用技术作为信息产业基石的地位和作用得到普遍重视。一方面,高等教育中,以计算机技术为核心的信息技术已成为很多专业课教学内容的有机组成部分,计算机应用能力成为衡量大学生业务素质与能力的标志之一;另一方面,初等教育中信息技术课程的普及,使高校新生的计算机基本知识起点有所提高。因此,高校中的计算机基础教学课程如何有别于计算机专业课程,体现分层、分类的特点,突出不同专业对计算机应用需求的多样性,已成为高校计算机基础教学改革的重要内容。

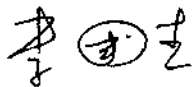
浙江大学出版社及时把握时机,根据 2005 年教育部“非计算机专业计算机基础课程指导分委员会”发布的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的几点意见”以及“高等学校非计算机专业计算机基础课程教学基本要求”,针对“大学计算机基础”、“计算机程序设计基础”、“计算机硬件技术基础”、“数据库技术及应用”、“多媒体技术及应用”、“网络技术与应用”六门核心课程,组织编写了大学计算机基础教学的系列教材。

该系列教材编委会由国内计算机领域的院士与知名专家、教授组成,并且邀请了部分全国知名的计算机教育领域专家担任主审。浙江大学计算机学院各专业课程负责人、知名教授与博导牵头,组织有丰富教学经验和教材编写经验的教师参与了对教材大纲以及教材的编写工作。

该系列教材注重基本概念的介绍,在教材的整体框架设计上强调针对不同专业群体,体现不同专业类别的需求,突出计算机基础教学的应用性。同时,充分考虑了不同层次学校在人才培养目标上的差异,针对各门课程设计了面向不同对象的教材。除主教材外,还配有必要的配套实验教材、问题解答。教材内容丰富,体例新颖,通俗易懂,反映了作者们对大学计算机基础教学的最新探索与研究成果。

希望该系列教材的出版能有力地推动高校计算机基础教学课程内容的改革与发展,推动大学计算机基础教学的探索和创新,为计算机基础教学带来新的活力。

中国工程院院士
中国科学院计算技术研究所所长
浙江大学计算机学院院长



前 言

本书是根据国家教育部非计算机专业计算机教学指导委员会制定的《大学计算机基础课程教学要求》编写的。

2000年前,我国高校面向非计算机专业所开设的计算机课程主要是《计算机文化》和《计算机程序设计》。其中,《计算机文化》主要包括了一些计算机的基础知识和使用Windows以及Office软件和上网操作等,内容以微机的操作使用为主。随着计算机普及程度的提高,特别是有关微机使用课程在中学阶段被覆盖,大学的计算机基础课程教育的内容需要改革和更新,《大学计算机基础课程教学要求》就是在这种背景下被制定出来的。

近20年来,计算机进入大学课堂,并与数学、物理课程一样被列入大学基础类课程,一方面反映了计算机作为主要的工具被广泛使用,另一方因为它已经是当今社会发展中的一个重要标志,所谓的信息时代就是以计算机及其技术为特征的。那么,作为基础性课程,大学计算机应该涵盖哪些内容,应该达到什么样的教学目的,如何组织教学,如何兼顾计算机应用要求不同的教学对象,是大学计算机基础教学改革需要解决的问题。尽管解决这些问题并没有标准的模式,但有一本合适的教材是进行改革的基础。

浙江大学从2002年开始改革《计算机文化》课程,设立了《计算机科学导论》课,其一个主要的变化就是把操作性内容作为整个计算机基础教学的一部分,而课程的重点在于教学有关计算机构成、基本原理和应用知识,以培养学生的计算机意识,认识计算机科学,认识计算机作为工具的作用。

今天的计算机操作是容易的,基于图形窗口界面,相似的菜单、图标、按键等操作元素,这使学习者不再需要记忆复杂的命令,因此基本上不需要专门的课程和上机指导就可以在较短的时间内掌握基本操作,学会使用常用的程序。实践也充分证明了这一点。

理解计算机作为科学,需要建立从基本结构到部件,从算法到程序,从机器到网络等多方面的知识,以构成本课程的知识体系。和通常意义上的科学学科不同的是,计算机科学不是从现象开始到结论,而是使用了另外一种模式,它是按照用户也就是使用计算机的人的要求去创造,例如我们使用计算机检索信息,使用计算机撰写论文,使用计算机进行辅助设计,使用计算机处理数据……计算机需要按照要求进行工作。因此,理解它是如何进行这些工作的,使我们能够更好地运用计算机,这就是大学计算机基础课程应该实现的教学目标。

科学研究,无论是数理方法,还是实验方法,还是统计方法,其过程都是发现问题,分析问题并提出解决问题的方法。沿着这个思路也可以进行计算机方法的学习,我们需要理解计算机是如何表达、如何处理、如何实现和用户的交互,等等。这是学习计算机方法的重要途径,这也是我们在本书中试图传达给读者的一个理念。

计算机的功能是强大的,而它还在发展。计算机是重要的,因为它能够帮助我们解决问题,还可以帮助我们学习。计算机是复杂的,因为它有许多需要我们理解的术语和概念。因此学习计算机需要结合实践,需要结合实际加以理解。

本书共 11 章。第 1 章介绍了计算机的模型和计算机的类型,以及解释计算机科学等一些基本概念。第 2 章介绍了数制和逻辑基础,这是计算机最基础的知识。第 3 章介绍计算机的硬件。第 4,5 章介绍作为计算机核心的操作系统和有关软件的基本知识,简单介绍了常用的操作系统如 Windows,也介绍了作为自由软件标志的 Linux。第 6 章介绍了程序的有关概念和程序设计方法、语言和软件工程等。第 7 章简单介绍了常用软件如 Office 的功能,并侧重介绍作为信息系统基础的数据库知识。第 8 章介绍了网络。第 9 章介绍了目前应用最为广泛的因特网。在第 10 章中,我们列举了几个计算机技术的主题,供有兴趣的读者选读,以加深对计算机应用的理解。在第 11 章中,我们讨论了计算机和社会相关的一些问题如计算机安全、版权、环境、职业道德等。

本书是在浙江大学出版社 2003 年出版的《计算机科学导论》以及 2004 年的修订版的基础上修改而成的。浙江大学计算机基础教学中心的周建平、李峰、沈睿、肖少拥以及方兴老师都曾参与了原书的编写。冯晓霞老师为本书进行审读。浙江大学计算机学院的许多老师对本书提出了许多宝贵的建议,在此一并表示感谢。西安交通大学冯博琴教授、浙江大学计算机学院何钦铭教授为本书主审,对本书的编写提出了许多指导意见。编者在此深表感谢。

由于编者的水平有限,书中错误之处在所难免,诚望读者给予指正。

陆汉权

luhq@zju.edu.cn

2006 年 5 月于浙大紫金港

目 录

第1章 引 论	1
1.1 计算机是什么	1
1.2 冯·诺依曼体系结构.....	4
1.3 计算机的历史	6
1.4 计算机的特点和用途.....	13
1.5 计算机的类型.....	16
*1.6 计算机科学和计算机工具.....	19
第2章 信息表示与数字逻辑基础	25
2.1 理解信息表示.....	25
2.2 数制.....	26
2.3 数制转换.....	28
2.4 计算机中的数.....	32
2.5 另一种形式:码和编码	35
*2.6 逻辑代数基础.....	39
*2.7 逻辑电路.....	43
*2.8 逻辑设计基础.....	46
第3章 硬件:计算机的体系结构	52
3.1 计算机的3个子系统.....	52
3.2 计算机的大脑:处理器系统	53
3.3 计算机记忆能力:存储器系统	58
3.4 人机交互:输入输出系统	71
3.5 信息公共通道:总线	73
3.6 微机:办公室桌上的机器	76
3.7 输入设备:用户操作机器	86
3.8 输出设备:数字化表达与理解	89
3.9 USB 接口和总线:新型的连接	94
3.10 多媒体计算机系统	98

* 3.11 并行处理系统	99
第 4 章 核心软件:操作系统	106
4.1 软件和软件系统	106
4.2 操作系统概述	109
4.3 常见的操作系统	115
4.4 操作系统的组成	117
4.5 核心:进程管理	120
4.6 I/O 设备管理	126
4.7 Windows 操作系统	133
4.8 自由软件:Linux 操作系统	141
4.9 启动计算机:BIOS 和 CMOS	145
第 5 章 数据组织与存储管理	152
5.1 概述	152
5.2 文件	153
5.3 文件系统	160
5.4 文件存取	162
* 5.5 文件的存储结构	164
5.6 数据存储管理	169
第 6 章 语言、算法和程序设计方法	179
6.1 从算法到程序再到软件	179
6.2 程序和指令	180
6.3 程序的程序:翻译系统	182
6.4 程序设计语言	184
6.5 怎样编写程序	193
6.6 算法	198
* 6.7 数据表达和数据结构	207
* 6.8 软件工程简介	213
* 6.9 职业:软件工程师	219
第 7 章 应用软件和数据库	225
7.1 用户的工具	225
7.2 常用软件:Office 系统	227
7.3 其他应用软件	236
7.4 数据库	239

7.5 数据库管理系统	243
7.6 数据库体系结构和数据库模型	247
7.7 SQL 语言	251
7.8 数据库技术	253
7.9 构建数据库系统	256
7.10 Access 2000 数据库	257
第 8 章 连接:网络与通信	263
8.1 网络的起源	263
8.2 通信信道和介质	265
8.3 网络的类型	269
8.4 网络设备	272
8.5 组建网络:网络协议和模型	276
8.6 网络服务器和软件	285
第 9 章 网络的网络:因特网及其资源	294
9.1 因特网的过去和现在	294
9.2 因特网的核心:TCP/IP 协议	296
9.3 因特网的地址	298
9.4 因特网的连接	303
9.5 因特网的资源	306
9.6 搜索引擎:随处可得的信息	314
9.7 网页和 FrontPage	317
9.8 发展中的因特网	320
第 10 章 高级主题	331
10.1 高性能计算	331
10.2 计算机与科学研究	335
10.3 计算机集成制造系统	338
10.4 人工智能	340
10.5 虚拟现实	348
10.6 电子服务	350
10.7 医学信息学	352
10.8 计算机与教育	354
10.9 计算机与交通	355
10.10 计算机与艺术和娱乐	356

第 11 章 信息时代及其面临的问题	361
11.1 信息时代到来了吗.....	361
11.2 信息时代的社会问题.....	362
11.3 计算机犯罪与法律.....	363
11.4 软件版权和自由软件.....	364
11.5 隐私保护.....	368
11.6 计算机与环境.....	369
11.7 计算机与人类健康.....	370
11.8 计算机与安全.....	371
11.9 计算机病毒.....	373
11.10 黑客	377
11.11 防火墙	378
11.12 职业道德	381
附录 A ASCII 字符集	387
附录 B 常用术语英汉对照表	388
参考文献	404

第 1 章

引 论

人们把 21 世纪称为信息化时代,其标志就是计算机的广泛应用。在人类科学发展的历史上,还没有哪个学科像计算机科学这样发展得如此迅速,并对人类的生活、学习和工作产生如此巨大的影响。计算机是一门科学,但计算机本身也是一种科学工具,掌握计算机知识以及必要的计算机技能,将使我们更有信心地迎接未来。

今天的“计算机”(Computer)以及“计算机科学”(Computer Science, CS)、计算机技术(Computer Technology)等术语涉及的概念非常广泛,本章从计算机的基本概念和计算机的特点开始,介绍计算机的发展史及其特点和计算机科学研究的内容。

1.1 计算机是什么

现代计算机的出现已经有 60 年历史了。与早期的计算机相比,今天的计算机无论是形式还是内容都发生了巨大的改变。从技术上讲,使用大规模集成电路的计算机的体积越来越小,功能却越来越强。从用途上看,过去昂贵的计算机已从专用机房走进办公室、走进家庭。在用户方面,过去的计算机只能被专家操作,今天的计算机可以被儿童所用。从来没有接触过计算机的人,并不需要多长的学习就可以面对计算机的显示器,敲着键盘、点着鼠标上因特网了。

举一个普遍的例子,几乎所有的银行储户都有存折或信用卡。存折和信用卡上的一个黑色的磁条里存放的并不是储蓄金额,而是一个通向银行计算机网络的钥匙(当然还需要另一个钥匙:密码),当银行终端机接收到磁条信息后进入银行的计算机网络,即可进行储户需要的服务处理。这个过程对储户的直接好处是,可以在任何一家银行的服务网点存钱或取钱。这种业务操作还可以跨行、跨地区,甚至跨国家进行。

计算机应用已经深入到社会生活的许多方面,从家用电器到航天飞机,从学校到工厂。计算机所带来的不仅仅是一种行为方式的变化,更是人类思考方式的革命。

计算机(Computer)和计算(Computation)是密切相关的,至少开始是这样。实际上我们一直把“计算”和数学联系在一起——计算是数学的基础。但计算机不是一个单纯作为

计算工具使用的“计算机器”,而是可以进行数据(这里的数据是一个广义的概念)处理的。它可以帮助科学家进行科学研究,帮助工程师进行工程设计,帮助导演拍摄电影和电视节目,等等,它在许多方面帮助我们工作、学习,帮助我们交流。

“计算机是什么”这个问题,可能的答案有很多。我们首先从信息系统的构成进行归纳,进而从分析处理机模型的角度进一步解释什么是计算机。

1.1.1 信息系统的基础

信息系统(Information System)的一个基本功能是能够为需要者提供特定的信息,例如一个图书信息系统可以包含许多读者需要的图书信息。计算机是一个现代信息系统必要的组成部分。

从计算机的角度看,一个信息系统的信息处理只是一个“计算过程”,构成该过程有6个要素:硬件(Hardware)、软件(Software)、数据/信息(Data/Information)、人也叫用户(People or Users)、过程或称为处理(Processing)、通信(Communications)。如果说最初计算机的发明是为了“计算”,那么今天计算机承担的“计算”任务只占整个计算机应用的一小部分,大部分任务是处理信息、处理事务、控制等。

从使用计算机的角度观察,计算机本身也是一个信息系统,任何一个用户使用计算机都有一定的任务需要计算机帮助完成,完成这个任务同样可以用这6个要素来归纳。

硬件是指计算机装置,它是信息系统的物理部分。

软件是计算机领域中最常用的一个术语,是指使用特定计算机语言编写的程序,包括如何使用这个程序的有关文档。

一般意义上认为,硬件是物理支撑,软件指示硬件完成特定的工作任务。

数据被表示为一定的形式被计算机接收并处理为信息。如果把数据比作原材料,那么信息就是成品。因此,也可以说数据是系统的输入,信息是系统的输出。

人或者说系统用户(User)是信息系统中极为重要的因素。计算机有两类用户,一类是以计算机为职业的专业用户,这类用户从事与计算机相关的技术工作或软件的设计、系统的管理;另一类是以计算机为工具的非专业用户。大多数用户属于后者。

过程作为信息系统的一个要素,反映了整个系统部件和用户在执行任务中的协调关系。也许并不能把“过程”独立出来加以描述,但它贯穿于系统的工作中,指导用户完成任务。简单地说,“过程”就是操作整个系统、实现或完成系统功能的一系列步骤。

通信作为信息系统的组成要素,不但反映在硬件和软件之间、用户和机器之间,也反映在不同的计算机之间,如网络就是把多台计算机互联的一种信息系统,网络中信息的交换就是通信。

1.1.2 数据处理机

计算机所进行的工作都和数据相关,这里我们所指的数据是广义的,它可以是数字、数值,也可以是一组代码,比如储户的账号、身份证代码等;也可以是一种标识,如一个图

形的形状;也可以是字母、符号等。这样,我们可以把计算机简单地定义为能够处理数据的机器或装置。

如果不考虑计算机内部的具体结构,可以把计算机看做是一个特殊的黑盒子。一种观点是,计算机是可以接收数据,进行处理并输出处理结果数据的黑盒子,如图 1.1 所示。

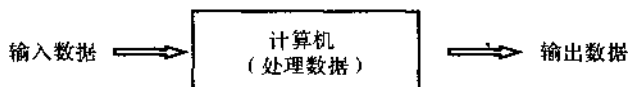


图 1.1 计算机作为数据处理机的模型

数据处理机模型是计算机原理的经典模型,如果以此回答“什么是计算机”这个问题是最容易被理解的,它基本上是按照计算机的功能定义计算机的。

这个模型指出,计算机在数据处理过程中,如果输入的数据相同,那么输出结果将能够重现;如果输入的数据不同,输出结果也随之改变。

显然,构成计算机的硬件和软件组成了一个系统,这个系统必须需要数据,硬件和软件都是为了处理数据的。因此,这个模型把计算机当作数据处理机反映了系统的基本属性。

但是,图 1.1 所示的模型并没有反映出计算机的全部性质,如模型没有给出所处理的数据的类型和基于这个模型能够完成的操作类型和数量。同时这个模型也没有明确定义这种机器是专用还是通用的。但实际上,对许多将计算机嵌入其他设备中完成数据处理和控制功能,该模型是可以表述的。

1.1.3 具有程序能力的数据处理机

如果考虑图 1.1 所定义的计算机模型所存在的问题,一个改进的计算机模型如图 1.2 所示,它是在图 1.1 基础上增加了一个部分——程序。程序(Program)可以简单地理解为按照一定的步骤进行工作;作为专业术语,程序是指完成特定功能的计算机指令的集合。

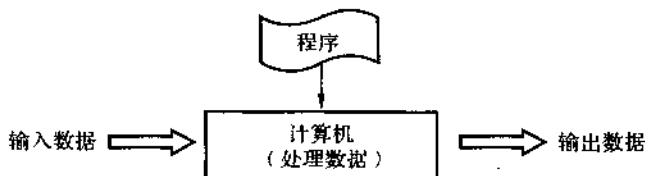


图 1.2 具有程序能力的计算机模型

在这个改进的模型中,输出数据,除了需要输入数据还取决于程序。如果程序不同,即使输入的数据相同,输出的数据也可能不同,同样的,对不同的输入数据,即使采用不同的程序也可能产生相同的输出。如对一组输入数据进行累加计算,得到的结果是累加和。但如果程序改变了,需要对同一组数据进行排序,那么输出结果就和累加计算结果完全不同了。

进一步分析这个模型,就会发现:由于增加了“程序”功能,计算机处理数据的能力大

大提高。如作为衡量计算机处理能力的重要因素,我们期望它能够对同样的数据、同样程序的重复处理得到同样的结果,即计算机处理能力的一致性和可靠性得到体现。

正因为程序功能的加入,计算机具有了另外一个重要的特性——灵活,如既能够为物理学家探索浩瀚的宇宙和细微的粒子提供服务,也能够给儿童学习语言提供帮助。计算机之所以如此灵活,是因为它能够按照“程序”进行工作,而程序是事先编制好并存放在计算机内部的。因此,理解计算机,就要了解计算机是如何实现这种灵活性的,即学习程序原理。

无论计算机是进行简单的计算或者进行复杂的视频处理,“程序”始终在控制着整个过程。我们可以通过不同的“程序”使计算机完成不同的任务。因此,现代计算机被认为是一种能够应用在许多领域的重要工具。

到这里,我们试图给计算机下一个定义:计算机是一种能按照事先存储的程序,自动、高速地进行大量数值计算和各种信息处理的现代化的智能电子装置。

一般中文文献中使用“计算机”作为正式名称,但更为形象的一个词是“电脑”,在本书中对这两个词不加区别地使用。

1.2 冯·诺依曼体系结构

我们已经给出了计算机的定义,并介绍了它作为数据处理机的模型。事实上,计算机有各种不同的模型,冯·诺依曼(John Von Neumann)体系结构(如图 1.3 所示)也叫冯·诺依曼计算机模型,它被认为是现代计算机的基础。与图 1.2 所示的计算机模型比较,冯·诺依曼模型定义了计算机内部的结构。冯·诺依曼模型主要可归纳为以下三点:

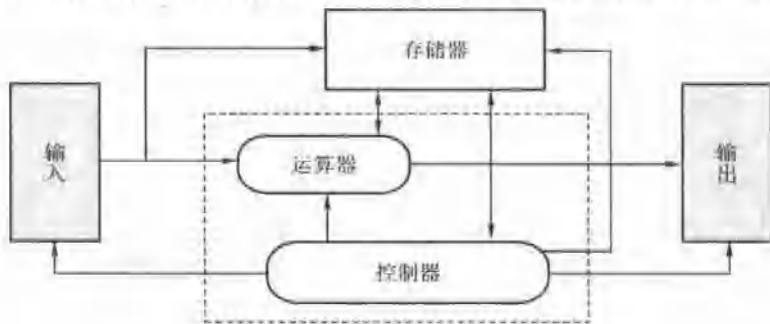


图 1.3 冯·诺依曼结构计算机的组成

- (1) 计算机有 5 个组成部分,分别是输入、存储、处理(运算)、控制和输出。
- (2) 计算机的程序和程序运行所需要的数据以二进制形式存放在计算机的存储器中。
- (3) 计算机根据程序的指令序列执行,即程序存储(Stored-Program)的概念。

1.2.1 计算机的5个组成部分

在冯·诺依曼体系中,控制器作为计算机的核心,对计算机的所有部件实施控制,协调整个系统有条不紊地工作。输入设备输入数据和程序,这些数据和程序被存放到存储器(Memory)中。执行算术和逻辑运算的部件叫做运算器,也叫算术逻辑单元 ALU(Arithmetic Logic Unit)。程序的执行结果由输出设备输出。

图 1.3 中虚线范围内(运算器和控制器)的部分称为 CPU(Central Processing Unit,中央处理器)。因此,可以把冯·诺依曼结构划分为 3 个子系统:处理器子系统、存储器子系统和输入输出子系统。

1.2.2 程序存储的概念

在冯·诺依曼体系结构中,程序被要求在执行之前放到计算机存储器中,而且程序和数据要求采用同样的格式,因为存储器只接收二进制数据格式。

进一步地,冯·诺依曼体系要求程序必须由有限的指令数量组成。按照一般的理解,计算机指令是进行基本操作的机器代码,如进行一个数据的传送就是一个基本操作,即执行相应的代码。按照这个模型,控制器先从存储器中读取指令,然后执行指令。

编程是指在实际处理数据之前,确定处理的方法和处理过程。早期这些方法和过程是与计算机本身的能力结合的;现在的编程概念已经不再与特定的计算机有关,相关的程序移植技术已经使计算机程序能够脱离特定的计算机,实现更广泛的应用。

使用程序存储的一个重要的理由是程序的“重用”,即对不同的原始数据,“计算”过程本身是相同的。

冯·诺依曼体系定义了计算机程序由一系列独立的基本操作(指令)组成,不同的程序可以由不同的指令组合实现。

1.2.3 数据的存储形式

冯·诺依曼体系结构并没有明确数据怎样存储到计算机中。数据有多种类型,最基本的就是整数、实数以及符号。因此,存储在计算机存储器中的数据,包括程序,都必须被转换为能够被计算机接受的方式,以实现数据的存储。

计算机内部的数据是以二进制形式存储的,因此,将计算机外部各种类型的数据变换为计算机二进制模式,并且有效地表达这些数据类型,成为计算机研究的重要方面——计算机的数据组织。

在计算机界,曾经一直认为“程序存储”的发明者是冯·诺依曼,但现在人们已经知道,最早提出数据存储形式这个概念的是美国宾夕法尼亚大学 Moore 电子工程学院的 J. P. Eckert(也是第一台电子计算机 ENIAC 的发明者之一),而冯·诺依曼首先公开发表了这个概念。