

高等学校教材

大学计算机

——应用、计算与思维

何宗耀 李 蓓 主编

高等教育出版社



同守子仪教物

本书是教育部《计算机课程教学大纲》的配套教材，可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

大学计算机

——应用、计算与思维

Daxue Jisuanji——Yingyong Jisuan yu Siwei

何宗耀 李蓓 主编

高等教育出版社·北京

ISBN 978-7-04-048180-8
定价：39.00元
地址：北京市西城区德胜门内大街2号
邮编：100120
电话：010-2881118
网址：<http://www.hep.com.cn>

内容简介

本书以计算思维训练为导向,以经典问题解决为驱动,以数字资源建设为基础,以综合项目实践为提升,力求阐明蕴含在计算机学科中的计算思维、系统思维、算法思维、数据思维和网络思维,并结合当前计算机领域的热点研究前沿技术,形成清晰的由问题导向的计算思维与信息素养知识脉络,构建具有自身特色且自成体系的大学计算机课程教学内容。

本书共包含7章。第1章计算机基础知识,主要介绍计算、自动计算、冯·诺依曼原理、数值计算、逻辑运算和编码等基础概念,让学生能够了解计算机的发展、组成、结构、编码等方面的基础知识。第2章计算机系统结构,主要介绍系统组成、体系结构的发展过程、操作系统以及云计算的基本概念,使学生了解计算机体系结构及操作系统的发展、变迁的路线和技术的演进过程。第3章算法基础,通过经典案例简单介绍循环、迭代、递归等核心概念和软件工程基础。第4章数据与数据分析,主要介绍数据管理的发展、规范化数据、SQL、数据分析等基本概念和当前的大数据发展和大数据思维等。第5章计算机网络,简单介绍计算机网络基础知识、Internet 技术及应用、网络安全以及物联网的基本概念和应用。第6章虚拟现实技术,以行业应用和典型案例为主,简单介绍虚拟现实/增强现实(VR/AR)的基本概念、行业应用和发展趋势。第7章以实践教学的方式,讲解和指导学生不断增强办公软件的应用和操作技能。

本书可作为普通高等院校一门计算机课程的教材,也可作为学习计算机知识的参考书,对计算机教育工作者、计算机爱好者也有较高参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机:应用、计算与思维 / 何宗耀,李蓓主编. -- 北京:高等教育出版社,2017.8
ISBN 978-7-04-048180-8

I. ①大… II. ①何… ②李… III. ①电子计算机 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 162834 号

策划编辑 武林晓 责任编辑 武林晓 封面设计 于文燕 版式设计 于 婕
插图绘制 杜晓丹 责任校对 高歌 责任印制 刘思涵

| | | | |
|------|-------------------|------|---|
| 出版发行 | 高等教育出版社 | 网 址 | http://www.hep.edu.cn |
| 社 址 | 北京市西城区德外大街 4 号 | | http://www.hep.com.cn |
| 邮政编码 | 100120 | 网上订购 | http://www.hepmall.com.cn |
| 印 刷 | 三河市华润印刷有限公司 | | http://www.hepmall.com |
| 开 本 | 787mm×1092mm 1/16 | | http://www.hepmall.cn |
| 印 张 | 15.75 | 版 次 | 2017年8月第1版 |
| 字 数 | 350千字 | 印 次 | 2017年8月第1次印刷 |
| 购书热线 | 010-58581118 | 定 价 | 29.00元 |
| 咨询电话 | 400-810-0598 | | |

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究
物料号 48180-00



前 言

在信息技术发展的第五次浪潮中,互联网+、云计算、大数据、物联网、区块链等技术迅猛发展,在社会经济、人文科学、自然科学的许多领域引发了一系列革命性的突破,新思维、新技术、新应用正以前所未有的力量影响和改造人们的工作、生活、学习、娱乐。

在此进程中,科学思维由以逻辑思维、实证思维为主体进一步扩展到了计算思维的范畴。计算思维不仅是计算机专业学生应该具备的素质和能力,而且也成为所有大学生应该具备的素质和能力。进一步培养学生正确掌握计算思维的基本方式,这对于从事科学研究、工程实践和行业应用创新都是有益的和必要的。

为此,本编写组在认真学习教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会《大学计算机基础课程教学基本要求》的基础上,结合地方高校转型发展和应用型本科人才培养模式改革形势,同时考虑到学校城建类专业行业应用需求,特组织编写了本书。

本书以“宽专融”(通识型课程、专业型课程、交叉型课程)课程体系思路和“系统能力”培养要求以及工程教育专业认证的规范为指导,按“4个领域×3个层次”的总体框架,认真梳理了计算机系统与平台、计算机程序设计基础、数据分析与信息处理、应用系统开发等四个领域的知识单元、知识点;在概念性基础、技术与方法、应用技能等三个层次的具体要求上进行了研究,力图编写出能够适应时代要求的计算思维类教材。

本书共包含7章。第1章计算机基础知识,主要介绍计算、自动计算、冯·诺依曼原理、数值计算、逻辑运算和编码等基础概念,让学生能够了解计算机的发展、组成、结构、编码等方面的基础知识。第2章计算机系统结构,主要介绍系统组成、体系结构的发展过程、操作系统以及云计算的基本概念,使学生了解计算机体系结构及操作系统的发展、变迁的路线和技术的演进过程。第3章算法基础,通过经典案例简单介绍循环、迭代、递归等核心概念和软件工程基础。第4章数据与数据分析,主要介绍数据管理的发展、规范化数据、SQL、数据分析等基本概念和当前的大数据发展和大数据思维等。第5章计算机网络,简单介绍计算机网络基础知识、Internet 技术及应用、网络安全以及物联网的基本概念和应用。第6章虚拟现实技术,以行业应用和典型案例为主,简单介绍虚拟现实/增强现实(VR/AR)的基本概念、行业应用和发展趋势。第7章以实践教学的方式,讲解和指导学生不断增强办公软件的应用和操作技能。

本书由河南城建学院何宗耀、李蓓任主编,参加编写的还有张星、魏新红、郭猛、周二强、郝伟、刘荣辉、张翼飞、姚远和杨斌等人。赵军民、张俊峰对本书做了审校,并同作者进行了多次有益的探讨,提出了许多修改意见。此外,书中还参阅了许多其他同行的工作成果,在此一并表示

衷心感谢。

面对信息技术迅速更新和不断发展以及大学计算机基础课程建设的复杂程度,要完成这样一个高标准的写作任务作者感到压力很大,限于作者的水平和经验,加之时间仓促,疏忽之处在所难免,欢迎广大专家、读者批评指正。作者衷心地希望得到读者,尤其是广大的同学和老师的支持和帮助,共同探讨计算思维课程教学体会,进一步提高思维课程的教学水平。

编 者

2017年5月



目 录

第1章 计算机基础知识 1

1.1 什么是计算 1

1.1.1 数学计算 1

1.1.2 计算机计算 2

1.1.3 人计算与机器计算 3

1.2 怎样进行自动计算 3

1.2.1 自动计算需要解决的问题 3

1.2.2 机械计算的演变 3

1.2.3 电子元器件的发展 5

1.2.4 冯·诺依曼原理 6

1.3 进制转换与常用编码 7

1.3.1 数制的基本概念 7

1.3.2 各进制与二进制间的相互转换 8

1.3.3 常用的信息编码 11

1.4 计算方法 14

1.4.1 算术运算 14

1.4.2 逻辑表达式及逻辑运算 15

1.4.3 运算器 16

1.5 计算机的工作原理 17

1.5.1 指令和程序 17

1.5.2 控制器原理 20

本章小结 20

习题 21

第2章 计算机系统 22

2.1 计算机的分类 22

2.2 计算机系统的硬件组成 26

2.3 计算机软件系统 34

2.3.1 系统软件 36

2.3.2 应用软件 38

2.4 计算机的管家——操作系统 39

2.4.1 操作系统是什么 39

2.4.2 操作系统的功能 42

2.4.3 操作系统的发展过程 48

2.4.4 典型操作系统 50

2.5 云计算 54

2.5.1 云计算的概念 55

2.5.2 云计算的发展现状 57

2.5.3 云计算的关键技术 58

本章小结 59

习题 59

第3章 算法基础 60

3.1 程序员的工作 60

3.1.1 用户、计算机和程序员 60

3.1.2 设计算法 61

3.1.3 算法实现举例 62

3.2 循环 63

3.2.1 模拟重复 63

3.2.2 穷举与迭代 65

3.2.3 自顶向下,逐步求精 66

3.3 递归 69

3.3.1 递归简介 69

3.3.2 递归示例 71

3.4 查找与排序 78

3.4.1 折半查找 78

3.4.2 排序算法示例 79

本章小结 85

| | | | |
|-----------------------------|------------|-----------------------|------------|
| 习题 | 85 | 5.2.2 Internet 在我国的发展 | 130 |
| 第 4 章 数据与数据分析 | 87 | 5.2.3 计算机网络的体系结构 | 131 |
| 4.1 数据 | 87 | 5.2.4 IP 协议 | 135 |
| 4.2 数据库及数据库管理 | 88 | 5.2.5 Internet 技术应用 | 138 |
| 4.2.1 数据管理技术的发展 | 88 | 5.3 无线网络技术及应用 | 142 |
| 4.2.2 数据库管理系统 | 89 | 5.3.1 无线网络的分类 | 142 |
| 4.2.3 关系数据库 | 91 | 5.3.2 无线网络的技术 | 143 |
| 4.3 常见的数据库产品 | 93 | 5.4 网络安全及管理 | 144 |
| 4.4 SQL 语言 | 94 | 5.4.1 网络安全问题概述 | 144 |
| 4.4.1 SQL 语言 | 95 | 5.4.2 数据加密体制及算法 | 145 |
| 4.4.2 SQL 语言的特点 | 95 | 5.5 物联网概述 | 147 |
| 4.4.3 SQL 语言的例子 | 96 | 5.5.1 物联网的概念和定义 | 148 |
| 4.5 数据仓库 | 97 | 5.5.2 物联网的网络技术 | 151 |
| 4.5.1 数据分析 | 97 | 5.5.3 物联网的体系结构 | 153 |
| 4.5.2 数据仓库和联机分析处理 (OLAP) | 98 | 5.5.4 物联网的关键技术 | 156 |
| 4.5.3 多维数据分析方法 | 99 | 5.5.5 物联网技术应用实例 | 159 |
| 4.5.4 多维数据的存储方式 | 100 | 本章小结 | 162 |
| 4.6 数据挖掘 | 102 | 习题 | 162 |
| 4.6.1 数据挖掘的层次 | 102 | 第 6 章 数字媒体技术 | 164 |
| 4.6.2 模型的分类 | 103 | 6.1 数字媒体 | 164 |
| 4.6.3 数据挖掘方法 | 104 | 6.1.1 数字媒体概述 | 164 |
| 4.6.4 数据挖掘关联规则算法示例 | 105 | 6.1.2 数字媒体技术的应用 | 166 |
| 4.7 大数据 | 108 | 6.2 数字媒体技术 | 167 |
| 本章小结 | 114 | 6.2.1 数字文本信息技术 | 167 |
| 习题 | 114 | 6.2.2 数字图形图像技术 | 168 |
| 第 5 章 计算机网络 | 115 | 6.2.3 数字音频技术 | 174 |
| 5.1 计算机网络基础 | 117 | 6.2.4 数字视频技术 | 178 |
| 5.1.1 计算机网络概述 | 117 | 6.2.5 数字动画技术 | 182 |
| 5.1.2 计算机网络的组成与分类 | 120 | 6.3 虚拟现实技术 | 186 |
| 5.1.3 常用的传输介质与设备 | 124 | 6.3.1 VR 和 AR | 186 |
| 5.2 Internet 技术及应用 | 129 | 6.3.2 虚拟现实的发展历程 | 188 |
| 5.2.1 Internet 简史 | 129 | 6.3.3 VR 产业链 | 188 |
| | | 6.3.4 VR 与智慧城市 | 190 |
| | | 6.3.5 VR+ 的应用 | 191 |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 6.4 数字版权保护技术 | 195 | 7.2.1 从点到面—基础文档排版 | 205 |
| 6.5 数字媒体的未来 | 196 | 7.2.2 长文档的高级应用 | 213 |
| 本章小结 | 196 | 7.3 Microsoft Excel 2010 电子表格 | 218 |
| 习题 | 196 | 7.3.1 电子表格的编辑及格式化 | 219 |
| 7.3.2 数据管理 | 225 | 7.4 Microsoft PowerPoint 2010 演示文稿 | 232 |
| 第 7 章 Microsoft Office 办公软件 | 198 | 7.4.1 制作一个简单的演示文稿 | 232 |
| 7.1 Microsoft Office 办公软件界面特点及操作方法 | 198 | 7.4.2 设置演示文稿的视觉及播放效果 | 238 |
| 7.1.1 主体界面 | 198 | 本章小结 | 242 |
| 7.1.2 启动与退出 | 199 | 习题 | 242 |
| 7.1.3 工具栏、对话框和快捷键操作 | 200 | 参考文献 | 243 |
| 7.1.4 新建与保存 | 201 | | |
| 7.1.5 打印输出 | 204 | | |
| 7.2 Microsoft Word 2010 文档处理 | 204 | | |

1.1 什么是计算

人们从幼儿时期就开始学习简单的运算,如 $1+1=2$ 、 $2\times 3=6$ 等,这些运算都是传统的算术运算。随着“数值”按照“运算规则”和“一定的运算规则”进行的数据计算。

例如,计算 $2+3$ 、 $4\times 4-8+3$ 的计算,实际上就是按照一定的运算规则进行运算的“数据”,如 $1+1=2$ 、 $2\times 3=6$ 等,而运算规则为:先乘除后加减,同级运算从左到右依次进行。在数学运算中,先算括号内,后算括号外,同一级运算从左到右。按照运算规则,人们的计算顺序如下。

第一步,计算 $2+3$,得到结果为5。

第二步,计算 $4\times 4-8+3$,得到结果为20。

第三步,计算 $8+2$,得到结果为10。

第四步,计算 $20-4$,得到结果为16。

以上就是一个计算过程,由此可见,数学或计算需要三个要素:“数据”、“运算规则”、“运算”。

1.1.1 数学计算

人们学习了什么数学知识,以及怎样使用,这就是数学。从小学到大



第1章 计算机基础知识

本章内容: 本章主要介绍计算机的相关知识,重点讲解计算机的计算方式与人工计算的差别,要求理解计算机的计算模式,掌握冯·诺依曼原理,理解指令和程序在计算机中执行的过程。

关键点: 机器计算、进制及进制之间的转换。

难点: 进制之间的转换、冯·诺依曼原理。

学习建议: 同学们可以通过网络资源进一步了解计算机的发展历程以及未来计算机的发展趋势;多练习进制之间的转换。

1.1 什么是计算

人们从幼儿时期就开始学习简单的运算,如 $1+1=2$ 、 $2 \times 3=6$ 等,这些运算都是简单的算术运算,是将“数据”按照“运算符”和一定的运算规则进行的数据计算。

例如: $(2+3) \times 4-8 \div 2$ 的计算,里面的 2、3、4、8、2 是要进行运算的“数据”,+、-、 \times 、 \div 是“运算符”,四则运算规则:“先算乘除(二级运算),后算加减(一级运算),有括号的先算括号内,后算括号外,同一级运算顺序是从左到右”。按照运算规则,人们的计算顺序如下。

第一步:计算 $(2+3)$,得到结果为 5;

第二步:计算 $(2+3) \times 4$,即 5×4 ,得到结果为 20;

第三步:计算 $8 \div 2$,得到结果为 4;

第四步:计算 $20-4$,得到结果 16。

以上就是一个计算过程,可以看出,想完成计算需要三个因素:“数据”、“运算符”、“运算规则”。

1.1.1 数学计算

已经了解了什么是计算,以及计算的三个因素,下面就重点介绍数学计算。从小学到大学,大家不断地学习各种函数、法则并学会运用这些法则、规则来求解各种问题。比如求解

$ax^2+bx+c=0$ 的一元二次方程,就可以使用运算规则 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ 进行求解;再比如, $f(x) =$

$\int x^{-1} dx = \int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + c$ 就是一个将 x 按照这个规则变成 $f(x)$ 的过程。

比较典型的是简便运算,比如 $1+2+3+4+\dots+99+100$,针对这个问题,很少运用已经知道的运算规则按照从左到右的顺序依次求解,往往使用一些方法来使得计算更加简便,比如会查找规律,发现 $1+100$ 、 $2+99$ 、 $3+97$...结果都是 101,于是可以把 $1+2+3+4+\dots+99+100$ 分解成 50 个结果为 101 的数字相加,于是使用乘法 $50 \times 101=5\ 050$,从而快速地求解出答案。

人们在进行数学计算时,往往是用复杂的方法、过程来减少人工的计算量,从而能快速地得到结果。

1.1.2 计算机计算

人们从一开始进行计数时就使用工具,如早期的结绳计数等,后来运算上为了简便,就出现了算盘、早期的计算机(1.2.2节中会详细介绍)等。那么计算机计算是怎么样的呢?

首先要区别计算器和计算机,计算器仅仅是用来完成计算的工具,往往不具有自动运算和存储的功能,而计算机是具有存储功能的,能按照一定规则自动进行运算的机器。

那么计算机如何完成运算呢?首先要了解计算机的特点,2016年排名世界第一的超级计算机位于中国无锡国家超级计算中心的“神威太湖之光”,它的运算能力达到每秒 93.01 千万亿次,由此可见计算机的最重要也是最主要的特点是运算速度快。也就是说大量的计算在计算机面前已经不是问题,因此类似 $1+2+3+4+\dots+99+100$ 这样的问题求解时,就不用考虑如何将计算过程简化,从而降低运算次数的问题了。对于计算机来说,它求解这样的问题时就可以使用如下的方式。

第一步:输入第一个加数 i (i 的初始值为 1);

第二步:将 i 的值与存储单元 SUM 中的值相加(SUM 初始值为 0),并且将结果再次放在 SUM 中(SUM 中存放的就是每次累加的结果);

第三步:将 i 的值加 1,成为下一个加数;

第四步:重复第二、三步,直到 i 的值超过 100 时不再重复;

第五步:输出 SUM 中的值,即为最终结果。

从以上过程可以看出,计算机在进行计算的时候就相当于人工计算时按照从左到右依次相加的方法进行计算的,人进行这样的计算时会耗费很长时间,但是计算机由于具有超高的计算性能,所以类似这样的运算所耗费的时间,人几乎察觉不到。因此,对于计算机来讲高运算量已经不再是难题。

再比如,求满足方程 $ax=b$ 的整数解,计算机就可以从 $-n$ 到 n 之间产生每一个整数值,将值依次代入方程,从而找到满足方程的解。这个计算量对于人来讲是相当耗时的,但是对计算机来讲,大量的计算并不是难事。不仅如此,类似的穷举法求解还可以扩展到 $a_1x_1^{b_1}+a_2x_2^{b_2}+a_3x_3^{b_3}+\dots+a_nx_n^{b_n}=c$ 是否有整数解这样的丢番图方程的求解。

1.1.3 人计算与机器计算

从前面的讲解可以看出,人计算与机器自动计算的差别是人计算时规则可能很复杂,但是计算量很小;计算机计算时,规则可能很简单,但是计算量大。当然,人可以使用的快速计算方法,机器也同样可以采用。

那么在现实生活中,哪些问题是自动计算的?哪些问题是可以在有限的空间、时间内自动计算的?这些问题的思考,产生了计算及计算复杂性问题。利用现实世界的思维模式的启发,找出求解问题的方法,就出现了算法及算法分析与设计问题。比如两个数的交换:已知 $a=3$, $b=4$,要求交换 a , b 的值。这样的问题,放到现实生活中可以看做是有两个杯子,一个杯子里装的是可乐,一个杯子里装的是雪碧,现在要求用装可乐的杯子装雪碧,用装雪碧的杯子装可乐。现实生活中看到这个问题,人们都会想到再拿来一个杯子,先把可乐倒到新的杯子里,然后再把雪碧装入可乐的杯子,最后把可乐装入雪碧杯子即可。再回过头来看交换 a , b 的值,类似的,拿来一个新变量 c ,首先将 a 的值赋值给 c ,然后将 b 的值赋值给 a ,最后将 c 的值(原 a 的值)赋值给 b 即可。再比如,人们观察蚂蚁行动的规律从而提出蚁群算法等。

1.2 怎样进行自动计算

人们使用计算机的目的是让计算机能够有效地、自动地进行计算,那么如何低成本、高效地实现自动计算正是科学家们不断在研究和解决的问题。

1.2.1 自动计算需要解决的问题

从1.1节中知道了计算需要三个因素:“数据”、“运算符”、“运算规则”。那么要进行自动运算,都需要解决哪些问题呢?

第一,参与运算的“数据”的表示;

第二,“运算符”的表示;

第三,“数据”、“运算规则”的自动存储;

第四,按“运算规则”的自动执行。

以上四点,归纳起来就是自动计算需要考虑的三个问题:如何表示?如何自动存储?如何自动执行?

1.2.2 机械计算的演变

人类最原始的计数方法是从石块、手指、木棍、贝壳、绳结等物品开始,到了春秋战国时期,我国出现了“算筹”,就是用人工制成的小棒来进行计数,从而进行加、减、乘、除等运算,我国著名的数学家祖冲之将圆周率计算到了小数点后7位,就是借助“算筹”来实现的。

在“算筹”的基础上,到宋代出现了“算盘”的定型,人们利用算盘上的珠子表示数值,按照

一套口诀进行拨动珠子的动作,从而完成数学运算,但是整个计算过程要靠人脑和手操作完成,所以算盘只能算做计算工具,还不是自动计算工具,如图 1.1 所示。



图 1.1 结绳计数、算筹计数、算盘

1642 年,法国的数学家帕斯卡发明了一种机器,用齿轮的啮合来解决进位问题,低位的齿轮每转动 10 圈,高位上的齿轮转动一圈,从而完成了数据的自动存储和自动执行加减法运算,这台机器就是著名的帕斯卡机械计算机,如图 1.2 所示。

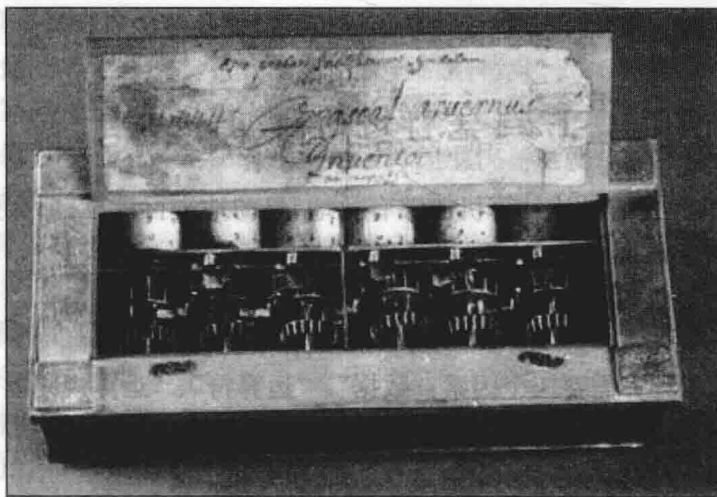


图 1.2 帕斯卡机械计算机

在帕斯卡机械计算机的基础上,30 年后,德国的数学家莱布尼茨又发明了可以实现连加连减运算的“步进轮”,实现了满足计算规则的自动连续重复执行,从而实现了乘、除法运算(乘除法运算可以用连续的加减法来实现)。莱布尼茨发现使用十进制进行运算时规则复杂,不便于实现,经过深入的研究,发现二进制规则简单并且易于计算,于是创立了“数理逻辑”,奠定了电子计算机的实现基础,尤其是 1854 年布尔创立了基于二进制的布尔代数,为日后的数字计算机的电路设计提供了理论基础。

1834 年,英国的巴贝奇提出了自动化计算机的设想,引进了程序控制的概念,设计了差分机,但是受限于当时的技术和工艺水平,该机器并没有被实际制造出来,但它却是现代计算机的雏形。

1.2.3 电子元器件的发展

人们对如何实现自动存取数据、如何自动计算、如何识别复杂的计算规则并按规则自动执行等问题的不断探索,基于前人在机械计算机上的探索与研究的基础上,促进了机械技术和电子技术的结合。1904年,英国工程师弗莱明研制出一种能够充当交流电整流和无线电检波的特殊灯泡——“热离子阀”,也就是第一只真空二极管,可以使电子单向流动。在此基础上,美国工程师得·福雷斯特发明了真空三极管。他是在真空二极管的基础上在灯丝和板级之间加了一块栅板,使电子流动受到控制。

1946年2月,出于军事上为弹道研究实验的需要,美国宾夕法尼亚大学的物理学家莫克利和工程师埃克特等研制了著名的电子数值积分计算机(ENIAC),这台机器也被后人认为是第一台数字电子计算机,如图1.3所示,标志着电子计算机时代的到来。ENIAC的运算速度可达每秒5000次,原来需要200人手工计算两个月的炮弹弹道的计算,它只需要3s即可完成。但是它却是个庞然大物,占地 170 m^2 ,使用了大约18800只电子管,1500个继电器和各种电子元器件,重量达到30t。

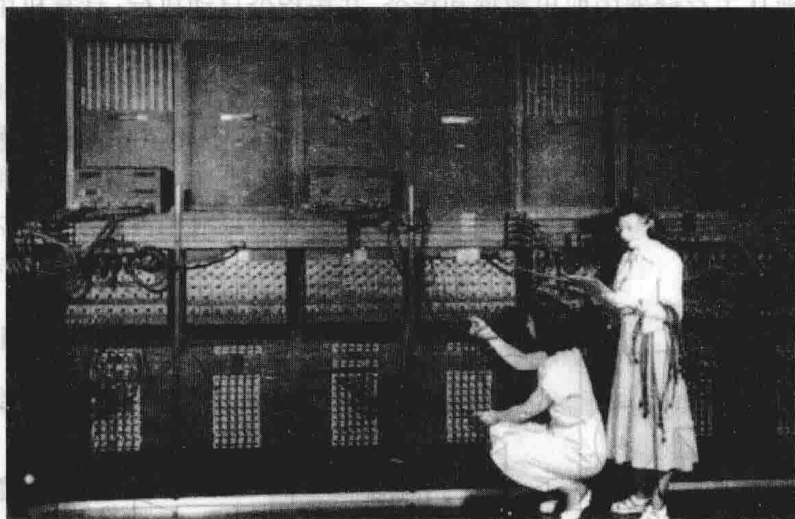


图 1.3 ENIAC 计算机

自 ENIAC 诞生之后,计算机得到了突飞猛进的发展。通常将电子计算机的发展划分为4个阶段。

① 第一代(1946—1958年),以电子管为主要器件的数字计算机时代。存储采用汞延迟线、磁鼓、磁芯、磁带等,语言采用机器语言和汇编语言,特点是体积大、可靠性差、维修复杂且造价高。

② 第二代(1958—1964年),以晶体管为主要器件的数字计算机时代。主存储器采用磁芯、外存储器采用磁盘,体积大幅缩小,可靠性进一步提高,出现了高级语言(如 Fortran、Algol、

Cobol)及其编译程序,并且出现了以批处理为主的操作系统,应用领域进一步扩大到工业控制领域。

③ 第三代(1964—1971年),中、小规模集成电路数字计算机。计算机的体积进一步缩小、能耗下降、可靠性进一步提高。软件也进一步发展完善,高级语言有了新的发展,应用领域进一步扩大。

④ 第四代(1971—),大规模和超大规模集成电路数字计算机。集成度的进一步提高,使得计算机迅速进入微型化,发展进入快速期。自1971年末第一台微处理器和微型机诞生起,芯片的集成度和电子计算机的计算速度每18个月就翻一番,但价格却降低一半,这种现象,被称为“摩尔定律”。

1.2.4 冯·诺依曼原理

在硬件发展的基础上,计算机的理论也在迅速发展。提到计算机的基本工作原理,不得不提到一个人——冯·诺依曼。他是20世纪最重要的数学家之一,在现代计算机、博弈论等方面都有突出的贡献。他提出采用二进制表示数据和指令;将指令和数据存储在主存储器中,计算机运行时可以自动地从主存储器中取出数据和指令,并按指令自动执行;计算机由输入设备、输出设备、运算器、控制器、存储器五大部件组成。他所提出的这一思想被称为“冯·诺依曼原理”,当前人们所使用的计算机仍然遵循这一思想。

输入设备、输出设备、运算器、控制器、存储器五大部件协同工作。计算机的基本结构如图1.4所示。

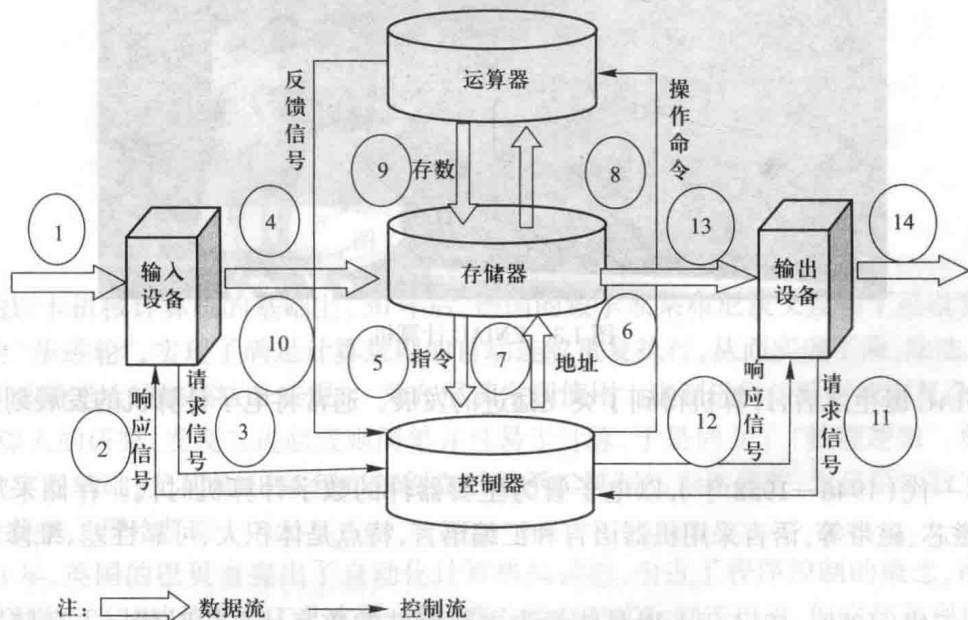


图1.4 计算机的基本结构

程序和数据通过输入设备输入计算机,输入设备在接到程序和数据后向控制器发出请求信号,当控制器给出响应信号后,数据和程序被输入计算机,存储在存储器中。控制器从存储器中取出一条指令,进行分析,然后按照指令要求向运算器发出操作命令。运算器按照操作命令从存储器中取出操作数进行运算,然后将结果存入存储器,当完成操作后运算器给控制器一个反馈信号,表示此次操作完成。若程序没有结束,控制器会再次从存储器中取出下一条指令进行操作,即图 1.4 的 5 ~ 10 步是一个重复的过程,直至程序结束。当程序运行完成,最终结果可通过输出设备进行输出,当需要输出时,输出设备首先向控制器发出请求信号,控制器给出响应信号后,输出设备就可以进行输出了。

现代计算机尽管外形千变万化,但是基本上都满足冯·诺依曼的工作原理,都具有输入设备、输出设备、运算器、控制器、存储器五大功能部件,只是现在的输入设备、输出设备的种类更加丰富,比如触摸屏,既充当了输入设备又充当了输出设备,话筒也是输入设备,而显示器、打印机、音响等都作为输出设备可以进行信息的输出。

1.3 进制转换与常用编码

通过前面的学习,了解了什么是计算,也学习了冯·诺依曼工作原理,这里就涉及一个问题,程序和数据如何在计算机中存储呢?人类世界的一切信息,如声音、图像、文字、符号等最终都要存储在计算机中。前面也学习了计算机中采用的是二进制,也就是说所有的数据信息最终都将转换为二进制存储在计算机中。但是二进制在表示的过程中书写会比较冗长,所以人们还常采用八进制和十六进制来进行表示。下面就来学习一下二进制,以及二进制与八进制、十进制、十六进制之间的转换。在学习之前,先来了解一下数制的基本概念。

1.3.1 数制的基本概念

数学中通常使用的都是十进制,钟表上使用的是六十进制等,这些数的表示规则就称为数制。

1. 常见的几种数制

(1) 十进制

十进制是常用的数制,由 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 共 10 个数字符号表示。采用“逢十进一,借一当十”规则进行进、退位方法。每一位的权值是 10^i ,关于权值问题会在下面讲到。

(2) 二进制

二进制是计算机中常用的数制,由 0、1 共两个数字符号表示。采用“逢二进一,借一当二”规则进行进、退位方法。每一位的权值是 2^i 。

(3) 八进制

八进制是计算机中常用的数制,由 0、1、2、3、4、5、6、7 共 8 个数字符号表示。采用“逢八进一,借一当八”规则进行进、退位方法。每一位的权值是 8^i 。

(4) 十六进制

十六进制是计算机中常用的数制,由0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F共16个符号表示,其中0~9用数字符号表示,A、B、C、D、E、F共6个字符符号分别表示10、11、12、13、14、15。采用“逢十六进一,借一当十六”规则进行进、退位方法。每一位的权值是 16^i 。

2. 数制的相关概念

(1) 基数

数制中所包含的用来表示数值的符号的个数称为该数制的基数。如十进制由0、1、2、3...9十个数字符号表示,所以十进制的基数为10;二进制由0、1两个数字符号表示,所以二进制的基数为2。

(2) 权

简单讲,权就是数字中当前位置所代表的值,也称为位值。如十进制数个位的权是1表示有几个1,十位的权是10,表示有几个10,百位的权是100,表示有几个100。可以看出权值实际上是基数的整数次幂,如十进制数个位的权是1,也就是 10^0 ,十位的权是10,也就是 10^1 ,百位的权是100,也就是 10^2 ,依此类推。小数点右边从第一位开始,权值分别是 $0.1(10^{-1})$, $0.01(10^{-2})$ 依此类推。同理,对于二进制数据,同样的位权值为从小数点开始往左的每一位权分别是 2^0 , 2^1 , 2^2 ...;从小数点开始往右的每一位权分别是 2^{-1} , 2^{-2} , 2^{-3} ...。对于八进制和十六进制也是相似的,只不过分别是 8^0 , 8^1 , 8^2 ...和 16^0 , 16^1 , 16^2 ...而已。

(3) 按权展开

了解了基数和权的概念后,来看下数值的按权展开。首先从熟悉的十进制来看,十进制的123,按权展开如下。

$$123=1 \times 10^2+2 \times 10^1+3 \times 10^0=100+20+3=123$$

对于二进制的10110,按权展开如下。

$$(10110)_2=1 \times 2^4+0 \times 2^3+1 \times 2^2+1 \times 2^1+0 \times 2^0=16+0+4+2+0=(22)_{10}$$

由此可见,按权展开的方法就是用当前数位上的值乘以该位的位权,展开后各进制数就转换成了十进制对应的数值,对于八进制和十六进制的转换,读者可自行完成。

1.3.2 各进制与二进制间的相互转换

由于各种计算机中使用的是二进制,所以下面来看一下各进制与二进制之间如何转换。

1. 二进制与十进制之间的转换

(1) 二进制数转换成十进制数

在二进制与十进制之间的转换的按权展开中已经学到,将二进制数按权展开即可转换为十进制数,这里不再重复介绍。

(2) 十进制与二进制之间的转换

因十进制整数部分与十进制小数部分与二进制之间转换的规则不同,所以应该分别对整数部分和小数部分进行转换。下面分别介绍十进制整数部分与十进制小数部分与二进制之间的

转换。

① 十进制整数部分与二进制之间的转换。十进制整数部分转换为二进制数的方法概括起来就是“除2取余,取倒序”。也就是将一个十进制数不断地除以2,如果除尽余数为0,如果除不尽余数为1,直至商为0为止,然后将每次得到的余数倒序取出,就是对应的二进制数。

【例 1-1】将十进制整数 27 转换为二进制数。

用 27 重复除以 2,直至商为 0 为止。

| | | | |
|---|----|----|---|
| 2 | 27 | 余数 | |
| | 2 | 13 | 1 |
| | 2 | 6 | 1 |
| | 2 | 3 | 0 |
| | 2 | 1 | 1 |
| | 0 | | 1 |

↑ 最低位

↓ 最高位

按照“除 2 取余,取倒序”的方法得到 $(27)_{10} = (11011)_2$

② 十进制小数部分与二进制之间的转换。十进制小数部分转换为二进制的方法概括起来就是“乘 2 取整,取正序”。也就是将一个十进制小数乘以 2,记录下得到的整数部分,然后再对得到的积的小数部分再乘以 2,然后记录下得到的整数部分,依次循环,直到小数部分为 0 或者达到所要求的精度为止。然后将得到的整数部分按正序取出,即转换后的二进制数。

【例 1-2】将十进制数 0.375 转换成二进制数。

| | | |
|-------|------|-------|
| 小数部分 | 整数部分 | |
| 0.375 | | |
| × 2 | | |
| 0.75 | 0 | ↑ 最高位 |
| × 2 | | |
| 0.5 | 1 | |
| × 2 | | |
| 0.0 | 1 | ↓ 最低位 |

$(0.375)_{10} = (0.011)_2$

(3) 简便的 8421 转换法

对于二进制和十进制之间的转换,按照位权的理解,可以不必使用上面所讲的“除 2 取余,取倒序”和“乘 2 取整,取正序”的方法,而是用位权填充的 8421 转换法快速地得出转换结果。转换时首先从小数点开始将左右各位的位权依次标出,然后按照转换的数值依次填充即可。

【例 1-3】使用 8421 转换法进行十进制数据 145.625 转换为二进制,二进制数据 1011.011 转换为十进制。