

财经类高校计算机基础课程系列教材

面向计算思维的 大学计算机基础

万 征 刘喜平 骆斯文 编著
万常选 主审

高等教育出版社

财经类高校计算机基础课程系列教材

面向计算思维的大学计算机基础

Mianxiang Jisuan Siwei de Daxue Jisuanji Jichu

万征 刘喜平 骆斯文 编著

万常选 主审

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是一本以计算思维为导向、面向经济管理学科的大学计算机基础教材。在内容选择上,本书贯彻精选计算机基础知识、突出经济管理学科相关知识模块、强化实际问题求解能力和紧跟信息技术发展前沿的思路。本书共8章,分别是计算机工作原理及应用,问题求解的算法基础,计算机网络及 Internet, Web 与信息检索,信息系统与电子商务,数据库、数据挖掘与大数据,并行、分布式与云计算,信息安全与隐私保护。

本书秉承重要性和思想性原则,对传统教材中出现的众多知识点进行大胆删减,特别是第1章,仅留下计算机系统组成与工作原理、二进制与信息表示和操作系统三大内容。第2章则通过讲解流程图、Python 语言、算法设计常用方法和综合案例等内容,力争使读者掌握实际问题的求解思路、方法和步骤。第4~7章与经济管理学科结合比较紧密,其核心是数据管理的思路、方法及其支撑平台。

在计算思维方法的提炼上,本书将抽象、约简、分解、分层、折中、并行、递归、冗余容错、关注点分离、算法等要素分布于不同章节中;同时,针对每一种思维要素讨论其在经济管理学科领域及日常生活中的运用,以帮助学生理解并学会运用特定的计算思维方法。

本书可作为财经类高校的计算机基础课程教材使用,也可供对计算思维感兴趣的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

面向计算思维的大学计算机基础 / 万征,刘喜平,
骆斯文编著. -- 北京:高等教育出版社,2015.2
ISBN 978-7-04-042111-8

I. ①面… II. ①万… ②刘… ③骆… 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(2015)第 024642 号

策划编辑 耿芳 责任编辑 耿芳 封面设计 于文燕 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京玥实印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 20.75
字 数 510千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2015年2月第1版
印 次 2015年2月第1次印刷
定 价 32.00元

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 42111-00

序

信息技术日新月异,它深刻地影响着人们的工作、学习和生活方式。例如,我们去旅行,可通过互联网订飞机票和宾馆,使用银行卡或者支付工具支付费用,使用 App 查询飞机是否正点、目的地的气温、PM2.5 是什么水平等。可以毫不夸张地说,如果我们不紧跟信息技术的发展步伐,在现代社会中几乎寸步难行。信息技术对科学研究和学科专业发展也同样有深远的影响,例如,云计算和大数据带给我们的不仅仅是新的技术,更是观念上的改变。微软前首席科学家吉姆·格雷曾研制了一个系统,将射天望远镜的数据保存和组织起来,并放在互联网上让普通天文爱好者也可以访问,这很大程度上改变了天文学的研究模式。这些事实表明,高校无疑应进一步加强对计算机基础课程的教学,培养学生的信息素养,让学生能自主学习信息技术和工具,并初步具备利用计算机解决专业问题的能力。

然而另一方面,计算机基础课程的教学在我国的诸多高校中存在一些困难。由于总学分的限制,有些高校削减了计算机基础课程的学分,甚至取消了这门课,这门课不是加强了而是削弱了。有些高校将这门课狭义地理解为教会学生如何使用计算机和常见的办公软件,教学内容长期不变,显得陈旧。有些高校甚至将是否通过计算机等级考试作为核心教学要求,将课程教学引向了应试教育的老路上去。一句话,计算机基础课程的教学现状已经不能适应信息技术的进步和社会发展的需要。这种状况必须得到改变。

第一个需要回答的问题是,大学非计算机专业的计算机基础课程的定位是什么?也就是这门课程的教学目标是什么?对于这个问题,存在以下不同的看法。

- 工具论,认为计算机就是工具,学会工具的使用是这门课的基本要求。特别是现在就业市场通常也有这方面的要求。
- 算法论,认为计算机的核心是求解问题,学习计算机的目的就是学会利用计算机解决实际问题的,因此,需要学习如何对问题进行抽象和建模,如何设计求解问题的算法,乃至如何通过编写计算机程序来实现自动的问题求解。
- 计算思维论,认为计算是人需要掌握的基本能力之一。在发展计算机科学的过程中形成的一系列的新颖思维方式,对于学生未来在信息社会的自我发展具有特别重要的意义。

每一种观点都有其可取之处,但是如果极端化了也有弊端。比如,我们强调工具论,学生可以学习和掌握一些常用的计算机工具,有立竿见影之效果。但是,如果学生不能举一反三,学会自主学习新的工具,那么就不能适应信息技术日新月异发展的现实,已经学会的知识也会很快变得毫无用处。再比如,我们强调计算思维的培养,这对学生是更高的要求。但是如果我们仅仅抽象地去讲“计算思维”,解释一堆抽象的概念,那么效果一定不会好。一门课程如果不能引

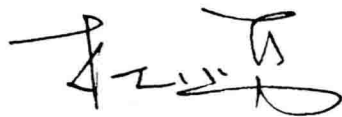
起学生的兴趣,最终也是没有效果的。数学家和教育家怀特海就曾说过,任何不能利用的知识都是有害的。

很显然,在上述三种观点中,以计算思维作为教学目标的难度是最大的。本书的作者就是采用计算思维论来作为本课程的教学目标的,教材编写的难度大,但同时也是很有意义的探索和实践。

在明确了教学目标后,第二个问题是要确定教什么?即如何选择教学内容。需要在遵从教学目标的前提下确定一些原则。本书作者在教学内容选取上提出了重要性原则,思想性原则,以及与经济管理学院专业关联性的原则等,并据此选取教材的知识模块。所谓重要性,是指对于计算机系统最重要的一些概念,摒弃一些细节。所谓思想性,是指最能体现计算思维的一些内容。所谓关联性,是指对于经济管理学院专业学生必须掌握的一些内容。可见,作者在内容的选取上是花了一番功夫的。

其他问题还包括怎么教,以及如何评价等问题。作者对于如何讲解计算思维,采取每一章结束后集中进行总结性讲解的模式,是可行的,但是效果如何,还需要实践的检验,值得期待。

我有幸曾访问过江西财经大学,并参加了他们学校组织的关于计算机基础课程的研讨会。学校教务处长主持会议,主管校领导亲自参会,特别是承担计算机基础课程教学的信息学院的领导高度重视,亲自讲解教学目标和教学内容,认真征求相关学院的意见。可见学校对于这门课程是高度重视的,这在全国高校可谓独树一帜。这次本书主审万常选老院长嘱我为本书的出版写点什么,尽管我本人才疏学浅,对于计算机基础课程的教学也还是在不断的学习之中,还是欣然应诺,以表敬意。以上观点和理解有不正确的地方,请不吝赐教。



教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会副主任
教育部高等学校文科计算机基础教学指导分委员会主任
中国人民大学信息学院院长
2015年元旦
于北京

前言

信息技术发展日新月异,它正在深刻地影响和改变着人们的工作、学习和生活方式。云计算、物联网、移动互联网,大数据、数据挖掘、商务智能,WCDMA、TD-SCDMA、LTE,Facebook、微博、微信,手势识别、体感交互、4K视频等,层出不穷的新技术、新平台和新词汇让人们应接不暇。以培养当代大学生信息素养为目的的大学计算机基础课程,应该选取哪些教学内容、采取怎样的授课方式,才能拨云见日,使学生掌握新事物背后的发展规律,理解信息技术的本质,并将其灵活运用于今后的工作、学习和生活中呢?

美国卡内基·梅隆大学周以真(Jeannette M. Wing)教授定义的“计算思维”为我们提供了很好的答案,它是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计,以及人类行为理解的系列思维活动,是与逻辑思维和实证思维并列的三种科学思维模式之一。计算思维一经提出,便引起全球计算机教育者的广泛关注和热烈讨论,与之相关的研讨会纷至沓来。计算机教育工作者们深刻地认识到,计算思维和编程技能不能仅仅停留在计算机专业领域,它们应该被推广到所有的学科专业,成为当代大学生普遍具备的一种能力。美国总统奥巴马甚至专门为 code.org 网站发起的“编程一小时”活动录制视频,呼吁全民学习编程,认为“编程关乎美国的未来,我们需要孩子们熟练地掌握这些技术”。经过反复、激烈的研讨,我国广大计算机教育工作者也达成了同样的共识,并着手推进计算思维和编程技能的普及。

由于不同学科领域拥有各自的特点,信息技术在不同学科中的关注点和应用模式也各不相同。因此,在大学计算机基础课程的教学中,有必要针对学科大类设计差异化的教学内容。本书作者多年来一直在财经院校中专注计算机基础教育,在亲历信息技术迅猛发展和逐步熟悉当代大学生性格特征的同时,积累了丰富的教学经验。基于这些工作经验及其对计算思维的理解,撰写了这本面向经济管理学科、以计算思维为导向的大学计算机基础教材,主要实现以下教学目标:

- (1) 理解计算机的基本工作原理;
- (2) 初步掌握并感悟计算思维;
- (3) 结合经济管理领域的问题求解,初步认识计算思维的作用;
- (4) 了解计算机发展的前沿技术。

本书在知识模块选择、计算思维提炼和计算思维运用等方面都具有一定的特色。

在知识模块的选择上,本书主要贯彻以下思路:

- (1) 精选计算机基础知识。无论是知识模块,还是知识点的筛选都秉承两大原则:一是重要性原则,为了减轻学生的学习负担,只选择那些体现计算机基本工作原理的教学内容,弱化众

多的概念;二是思想性原则,选取的教学内容必须能体现计算机的设计思想。为此,本书仅安排了计算机工作原理、计算机网络和信息安全三大基础知识模块。

(2) 突出经济管理学科相关的知识模块。对于经济管理类专业的学生来说,他们就业后通常要运用信息系统完成数据管理、数据分析和决策支持等工作,因此,本书将 Web 与信息系统、信息系统与电子商务、大数据与数据挖掘和并行、分布式与云计算作为主要章节。

(3) 强化实际问题的求解能力。为培养学生的计算思维并使他们具备一定的编程基础,本书将问题求解的算法基础作为最核心的知识模块。这一章安排了丰富的教学内容,包括算法的流程图表示、Python 编程语言基础、算法设计常用方法和日常生活案例等,目的是使学生真正理解和掌握运用计算思维和编程语言解决实际问题的思路、方法和步骤。

(4) 介绍信息技术的发展前沿。在教学过程中对一些前沿技术,如物联网、大数据、云计算、体感交互等进行介绍,使学生理解前沿技术的概念和作用,观察这些技术在生活、学习、工作中的运用实例,并学会运用它们改善身边事物。

在计算思维的提炼上,本书作者根据自己的理解总结了以下计算思维的组成要素:算法思维、抽象、约简、分解(分层)、折中、并行、递归、冗余容错、关注点分离,并将这些思维要素分布于各个相关的知识模块和知识点中。每章单独设立一节,提炼和讨论本章相关知识点中体现出来的计算思维。同时针对每一种思维要素,讨论其在经管学科领域及日常生活中的运用,以帮助学生理解并学会运用特定的计算思维。在各章中的具体安排如下。

(1) “计算机工作原理及应用”一章探讨分解、分层、折中和编码思维,分别以冯·诺依曼体系结构、计算机系统的设计、存储器的分级架构及各种信息的表示为例。

(2) “问题求解的算法基础”一章讨论抽象、约简、分解等思维,体现在算法设计的常用方法中,包括穷举、迭代、递推、分治、递归等。

(3) “计算机网络及 Internet”一章讨论分层、分步、共享和繁简分配等思维,分别以网络层次体系结构、IP 分组的转发过程、P2P 通信、信道复用和传输控制为例,同时介绍了类比的设计思想。

(4) 第 4~6 章结合相关内容,分别讨论了关注点分离、缓存、空间换时间、结构化和抽象思维。第 7 章则重点讨论了并行和分布式思维。

在计算思维的运用方面,引入了日常生活和经济管理学科中的诸多实例,具体实例与对应的知识点如下:

- (1) 分解思维:公司的职能划分、晚会的筹划、活动的组织等;
- (2) 分层思维:电子商务的分层设计、股票经纪等代理人角色的重要作用;
- (3) 编码思维:身份证号、准考证号、中关村在线的商品编码等;
- (4) 问题求解与算法:商品采购、生产管理、商品销售、网上购物、股票交易等;
- (5) 并行思维:起床后烧水、煮面条和洗漱的并行安排;
- (6) 分布式思维:分布式、云计算中心和物流中心的分布式部署。

本书主审万常选教授是教育部高等学校管理科学与工程类专业教学指导委员会委员,江西省普通本科高校省级精品资源共享课“大学计算机基础”课程负责人。结合我校财经背景,万常选教授于 2013 年暑假提出编写本书的想法,并拟定了大纲初稿,给出了编写目标、思路 and 原则,在与编著者及信息管理学院部分骨干老师多次讨论之后,确定了最终的编写大纲。

本书于2014年2月完成了初稿,万常选教授认真阅读每一章并针对内容调整和写作方法给出了详细的修改意见,特别强调切勿成为知识的堆积,要精选知识点、压缩内容,做到讲清原理、图文并茂、启发思维。本书的第二稿于2014年暑假完成,万常选教授主要针对计算思维的提炼及其在日常生活和经济管理学科中的运用提出了修改意见。2014年下半年,以本书内容为基础,我校在2014级经济管理类部分专业中试行面向计算思维的大学计算机基础课程教学改革,并针对教学计划、课件制作、考核方式、教学评价等问题开展了多次教学研讨。2014年12月,伴随着新一轮的教学改革,本书正式定稿。

本书由万征、刘喜平、骆斯文编著,万常选主审。其中,第1.6节、第3、7、8章由万征执笔,第4、5、6章由刘喜平执笔,第1(除1.6节)、3章由骆斯文执笔。最后,万征负责全书的统稿。

感谢教育部高等学校文科计算机基础教学指导分委员会主任、中国人民大学信息学院院长杜小勇教授在百忙之中为本书撰写序言!

本书在编写过程中参阅了大量的文献资料,在此向参考资料的作者们表示衷心感谢!同时,特别感谢主审万常选教授为本书所付出的辛勤劳动!

针对经济管理类专业的学生,开设面向计算思维的大学计算机基础课程,是一次全新的尝试。受水平和时间精力所限,书中难免存在一些不足和缺陷,望各位专家和广大读者不吝赐教!

作者

2014年12月

目录

第1章 计算机工作原理及应用	1	2.1.3 算法的评价	42
1.1 计算机系统概述	1	2.2 算法的表示方法	43
1.1.1 计算机的发展历程	2	2.2.1 用自然语言表示	43
1.1.2 计算机系统的组成	3	2.2.2 用传统流程图表示	43
1.2 计算机的工作原理	8	2.2.3 N-S流程图	44
1.3 计算机中信息的表示	9	2.2.4 用伪代码表示	45
1.3.1 数制及其转换	9	2.3 Python 编程语言基础	46
1.3.2 数值在计算机中的表示	11	2.3.1 Python 的安装及IDLE运行环境	46
1.3.3 字符的表示	14	2.3.2 Python 程序设计中的几个基本概念	47
1.3.4 多媒体信息的表示	17	2.3.3 Python 中的流程控制结构	50
1.4 计算机的特点与应用	23	2.3.4 分支和循环结构应用举例	52
1.4.1 计算机的特点	23	2.3.5 Python 中的函数	59
1.4.2 计算机的应用	24	2.4 算法设计的常用方法	60
1.5 操作系统	25	2.4.1 穷举法	60
1.5.1 操作系统的概念	25	2.4.2 迭代与递推法	63
1.5.2 操作系统的分类	26	2.4.3 分治法	65
1.5.3 操作系统的功能	27	2.4.4 递归法	65
1.5.4 常用操作系统	30	2.4.5 排序	68
1.6 计算思维讨论	32	2.4.6 查找	71
1.6.1 分解/分层	32	2.5 问题求解中的计算思维	73
1.6.2 折中	35	2.5.1 问题求解过程的分析	73
1.6.3 编码	36	2.5.2 不同类型问题的计算思维解决方案	74
1.7 本章小结	38	2.6 本章小结	78
习题1	38	习题2	78
参考文献	39	参考文献	79
第2章 问题求解的算法基础	40	第3章 计算机网络及 Internet	80
2.1 算法概述	40		
2.1.1 算法的概念	40		
2.1.2 算法的特征	41		

3.1 网络原理	81	4.3.3 信息检索工具	147
3.1.1 网络发展史	81	4.3.4 搜索引擎的基本原理	149
3.1.2 网络的基本概念	86	4.3.5 常用信息检索工具的使用	152
3.1.3 网络的硬件组成	87	4.3.6 信息检索案例	166
3.1.4 网络的软件组成	94	4.4 本章小结	172
3.1.5 IP 地址及其划分	96	4.4.1 内容小结	172
3.1.6 分组转发过程	97	4.4.2 计算思维小议	173
3.2 网络应用	100	习题 4	174
3.2.1 设置 IP 地址	100	参考文献	175
3.2.2 局域网共享	101	第 5 章 信息系统与电子商务	176
3.2.3 配置无线局域网	103	5.1 信息与信息系统	176
3.2.4 部署 WLAN 热点	105	5.1.1 信息、信息技术与人	176
3.3 网络发展趋势	106	5.1.2 信息系统	179
3.3.1 下一代网际协议	106	5.1.3 信息系统开发	184
3.3.2 无线自组网	107	5.1.4 信息系统应用案例	189
3.3.3 物联网	110	5.2 电子商务	195
3.3.4 移动互联网	113	5.2.1 电子商务概述	195
3.4 计算思维讨论	117	5.2.2 电子商务的主要模式	196
3.4.1 分层/分步	117	5.2.3 电子商务的基本组成	199
3.4.2 共享与冲突避免	117	5.2.4 电子商务支付	200
3.4.3 主从与对等	120	5.2.5 电子商务案例	204
3.4.4 繁简分配	122	5.3 本章小结	209
3.5 本章小结	123	5.3.1 内容小结	209
习题 3	123	5.3.2 计算思维小议	211
参考文献	124	习题 5	213
第 4 章 Web 与信息检索	125	参考文献	213
4.1 Web 概述	125	第 6 章 数据库、数据挖掘与大数据	214
4.1.1 什么是 Web	125	6.1 数据库	215
4.1.2 Web 发展历程	126	6.1.1 数据库系统概述	215
4.1.3 Web 的工作原理	128	6.1.2 数据库系统组成	217
4.1.4 Web 特点	129	6.1.3 数据模型	219
4.2 Web 基础	130	6.1.4 数据视图	221
4.2.1 统一资源定位符	130	6.1.5 数据库语言	222
4.2.2 超文本传输协议	131	6.1.6 数据库设计	223
4.2.3 超文本标记语言	132	6.2 数据挖掘	223
4.3 信息检索	142	6.2.1 数据挖掘的背景	223
4.3.1 信息检索概述	142	6.2.2 数据挖掘的概念	224
4.3.2 信息检索的过程与方法	144	6.2.3 数据挖掘的任务	226

6.3 大数据	232	7.4.3 个人产品	280
6.3.1 什么是大数据	233	7.5 计算思维讨论	282
6.3.2 大数据出现的背景	235	7.5.1 并行	282
6.3.3 大数据对国家和政府的影响	236	7.5.2 分布式	282
6.3.4 大数据在各行业的应用	238	7.6 本章小结	283
6.3.5 大数据应用案例	242	习题7	284
6.4 本章小结	243	参考文献	284
6.4.1 内容小结	243	第8章 信息安全与隐私保护	285
6.4.2 计算思维小议	245	8.1 信息安全问题概述	286
习题6	247	8.1.1 面临的安全威胁	287
参考文献	248	8.1.2 信息安全的特征	287
第7章 并行、分布式与云计算	249	8.1.3 信息安全的内容	288
7.1 云计算的概念	250	8.1.4 信息安全的机制	289
7.1.1 云和云计算	250	8.2 信息安全技术	290
7.1.2 云计算的形象理解	251	8.2.1 加密与认证技术	290
7.1.3 云计算的典型用例	252	8.2.2 防火墙技术	294
7.1.4 云计算的定义	253	8.2.3 网络防攻击与入侵检测技术	297
7.1.5 云计算的主要特征	254	8.2.4 文件备份与恢复技术	298
7.2 云计算技术的演进	256	8.2.5 计算机病毒防范技术	299
7.2.1 并行计算	256	8.3 手机安全防护	302
7.2.2 分布式计算	259	8.3.1 手机安全威胁	302
7.2.3 集群计算	261	8.3.2 手机安全产品及其技术手段	305
7.2.4 网格计算	261	8.4 隐私保护	307
7.2.5 云计算与其他计算形式	262	8.4.1 隐私是什么	308
7.2.6 云计算与虚拟化	263	8.4.2 隐私与外界需求的平衡	310
7.3 云计算的模式	265	8.4.3 信息技术应用影响隐私	311
7.3.1 云计算的部署模式	265	8.4.4 如何保护隐私	312
7.3.2 云计算的服务模式	266	8.5 网络道德及信息安全法规	314
7.3.3 软件即服务	266	8.5.1 网络道德	314
7.3.4 平台即服务	267	8.5.2 信息安全法规	314
7.3.5 基础设施即服务	268	8.6 本章小结	316
7.3.6 三种服务模式的关系	268	8.6.1 内容小结	316
7.4 云计算的案例	270	8.6.2 计算思维小议	316
7.4.1 服务商案例	270	习题8	317
7.4.2 企业案例	277	参考文献	317

第 1 章

计算机工作原理及应用

从世界上第一台电子数值积分计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator, 1946 年 2 月在美国的宾夕法尼亚大学研制成功)诞生到今天,近 70 年来,与计算机相关的技术及产品正深刻地影响和改变着人们的生活,推动着人类社会文明向信息化的方向发展,可以说它是 20 世纪最伟大的发明之一。

本章导学

本章主要介绍计算机的简要发展史及其应用领域,计算机的基本工作原理,信息在计算机内部的表示方法,以及计算机系统中最重要的软件——操作系统的基础知识。通过学习,读者应该能够:

- (1) 说出计算机的简要发展史;
- (2) 叙述计算机的主要特点;
- (3) 讨论计算机的主要应用领域;
- (4) 阐述构成计算机的硬件系统组成和软件分类;
- (5) 描述计算机的基本工作流程;
- (6) 了解掌握数制的基本概念及不同数制间的转换;
- (7) 描述不同类型的信息数据(数值、中西文符号、图形图像及声音等)在计算机中的编码方法;
- (8) 熟悉常用的一些多媒体处理软件;
- (9) 掌握操作系统的概念及其主要功能。

这些内容的学习梳理能帮助读者得到“计算机系统”的整体观,并从探讨计算机的工作方式中培养分析处理问题时的系统观,是后续章节学习的基础。本章内容概念较多,教材中没有对所有内容进行详细叙述,部分内容只做一般性介绍,学习中读者可通过互联网络或纸质图书获取相关内容。

1.1 计算机系统概述

在人类漫长的文明进化过程中,发明了许多用于计算的工具,如原始人的刻木结绳,我国春

秋时期的算筹、唐代发明的算盘,西欧发明的计算尺、加法器、差分机和分析机等。这些手动或机械计算工具虽然部分提高了计算速度,但对复杂海量计算问题的贡献却很有限,人们一直渴望发明辅助计算的高速“计算机”,直到20世纪中叶,伴随着电子技术的发展发明了电子计算机^①,这一“渴望”才逐渐被满足。

第一台电子计算机ENIAC,也称电子数值积分计算机,它完全采用电子电路进行算术和逻辑运算,运算速度达到了每秒可进行5 000次加减法运算,这在当时有着质的飞跃,但它的体积庞大,占地170m²,使用了18 000个电子管,耗电量巨大(160kW·h),在它服役9年后被切断电源,终止了运行。

从ENIAC诞生后,计算机技术的发展突飞猛进,但直到现在计算机仍采用存储程序结构,即冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼(1903—1957)是美籍匈牙利人,他在阿兰·图灵(1912—1954,英国科学家)的基础上提出了“存储程序”的思想。冯·诺依曼与他的同事在分析研究ENIAC的不足基础上,提出了制造EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer,离散变量自动电子计算机)的思路,并于1945发表了《关于EDVAC的报告草案》,报告广泛而具体地介绍了制造电子计算机和程序设计的新思想,其主要内容有以下几点。

- (1) 把程序和要处理的数据存在机器的存储器中,机器按照程序自动计算数据。
- (2) 计算机硬件由五个部分组成,包括运算器、控制器、存储器、输入和输出设备。
- (3) 计算机内部采用二进制形式表示数据和程序。

这种系统结构一直沿用至今,也是现今通用计算机采用的结构。

1.1.1 计算机的发展历程

自从第一台电子计算机问世以来,计算机的发展非常迅速,其体积不断变小,性能速度不断提高,应用领域也越来越广泛。通常根据计算机所采用的主要电子逻辑器件的不同,把计算机的发展分为四个阶段,或称为四个时代(如表1-1所示)。

表 1-1 计算机发展阶段的划分

年 代	主要器件	主存储器	运算速度(每秒)	软 件	主要应用
1946—1957 (第一代)	电子管	磁芯	几千次	机器语言	军事领域 科学计算
1958—1964 (第二代)	晶体管	磁芯	几十万次	汇编语言和 高级语言	过程控制和 数据处理
1965—1970 (第三代)	中小规模 集成电路	半导体 存储器	几百万次	多种操作 系统出现	开始应用于 多个领域
1971年至今 (第四代)	大规模超大 规模集成电路	集成电路 记忆元件	几百万~ 几万亿次	数据库软件 网络软件	社会生活 各个领域

第一代计算机:电子管计算机(1946—1957)

电子管计算机时代,主要电子器件是电子管,这代计算机体积庞大、耗电量大、运算速度低、

^① <http://zh.wikipedia.org/wiki/计算机硬件历史>。

价格昂贵,只用于军事研究和科学计算机。

第二代计算机:晶体管计算机(1958—1964)

晶体管计算机时代,主要电子器件是晶体管,用晶体管代替电子管作为器件,计算机运算速度提高了,体积变小了,同时成本也降低了,并且耗电量大为降低,可靠性大大提高。这个阶段人们还创造发明了多种程序设计语言。

第三代计算机:中小规模集成电路计算机(1965—1970)

随着半导体工艺的发展,集成电路成功制造出来,计算机也采用了中小规模集成电路作为计算机的器件,其速度快、体积小,开始应用于社会各个领域。

第四代计算机:大规模超大规模集成电路计算机(1971年至今)

从20世纪的80年代初起,以美国、日本为代表的发达国家就开始研究新一代计算机。新一代计算机主要向智能化、网络化、微型化、巨型化上发展。

(1) 向大型化、巨型化方向发展。大型机、巨型机是计算机中性能最好、功能最强、速度最快、容量最大的计算机。这类计算机主要用于解决那些在一般计算机上难以解决的科学计算、工程计算和数据处理等问题。巨型机的发展标志着一个国家的计算机发展水平,象征着一个国家的科学技术实力。

(2) 向微型化方向发展。微型机具有体积小、工作可靠、价格低廉、使用方便、易于普及等特点。从20世纪70年代以来,随着大规模超大规模集成电路技术的飞速发展,微型机的发展非常迅速,尤其是20世纪末以来,随着多媒体技术的发展与成熟,多核微处理机的推出,流水线技术的日益成熟,使得计算机在图形、图像、音频、视频的处理能力、速度等性能方面进一步提高,价格进一步下降,计算机开始走进千家万户。

(3) 向网络化、系统化方向发展。计算机网络是利用现代的通信技术和计算机技术,把分布在各地的计算机用线路连接起来,以实现远程信息处理,数据、软件、硬件等资源共享。国际互联网使人们传统的办公室扩展到世界各地,使世界变得越来越小。计算机网络技术的发展已经使人类社会生活方式发生重大变革。

(4) 向人工智能方向发展。计算机的智能化是第五代计算机要求实现的目标,所谓的智能化是要求计算机具有模拟人的感觉和思维能力。智能化的主要研究领域包括自然语言的生成与理解、模式识别、自动定理证明、自动程序设计、专家系统、学习系统、智能机器人等。

1.1.2 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成,如图1-1所示。计算机硬件系统指的是构成计算机的各种看得到、摸得着的物理器件,主要由中央处理器、内部存储器以及各种输入输出外部设备组成,它们是计算机工作的物质基础。软件系统是运行在计算机硬件系统层之上的各种软件的总称,它们通常被安装保存在计算机的外部存储系统中。软件指的是计算机中保存、运行、处理的各种程序、数据及文档的集合。它们是计算机系统的“灵魂”,没有安装任何软件的现代计算机无法为用户进行工作。

1. 硬件系统

依据冯·诺依曼的思想设计出来的计算机硬件结构如图1-2所示,其各部件之间通过一组组的排线(称为总线)连接成一个有机的整体,并通过一个时钟来驱动各部分硬件协同工作。

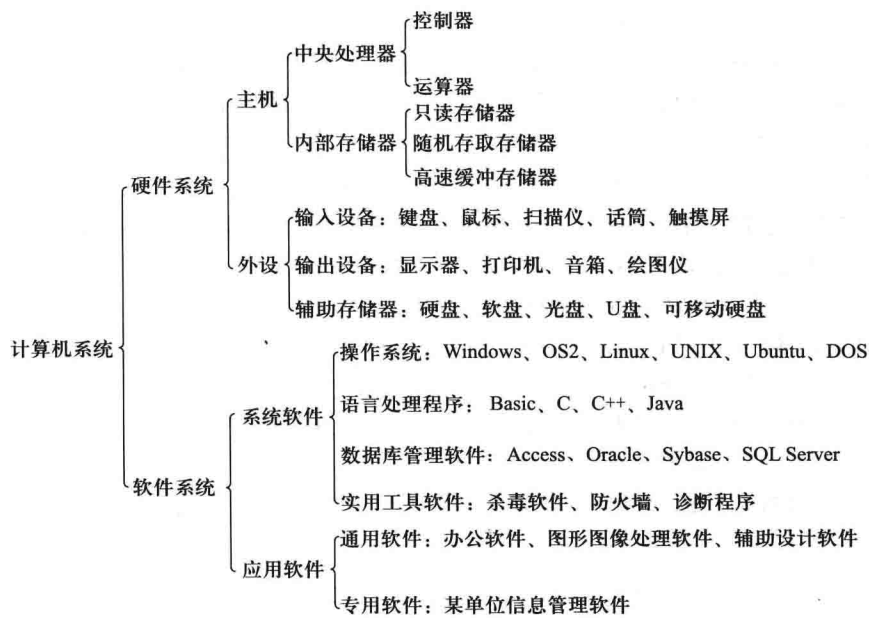


图 1-1 计算机系统的组成

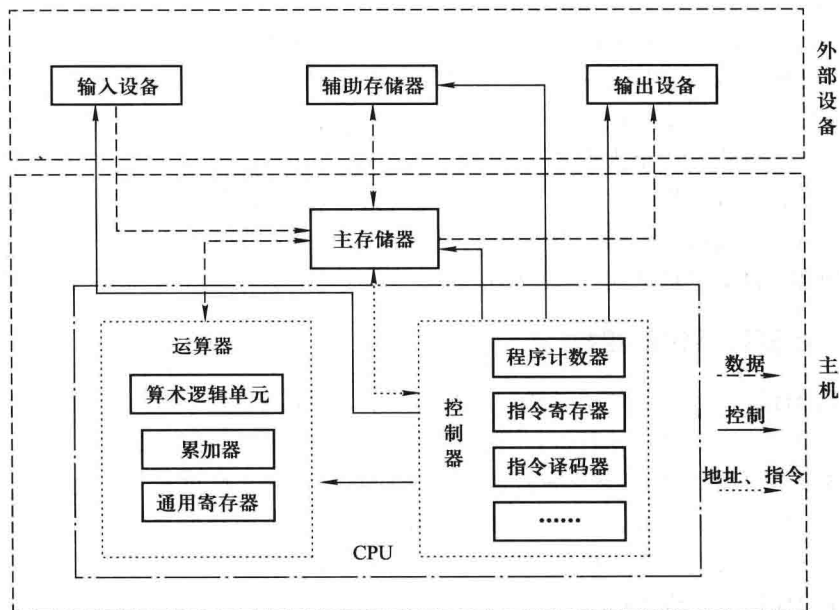


图 1-2 冯·诺依曼计算机硬件结构图

1) 运算器

运算器主要由算术逻辑单元(Arithmetic and Logic Unit, ALU)、累加寄存器、一组通用寄存器组成,其功能是进行各种算术和逻辑运算。运算器接受控制器的命令而进行动作,在控制器的控制信号指挥下,不断从存储器中取出要加工的数据,经过运算处理后将结果送回存储器或暂存在运算器的通用寄存器中。

运算器在一次运算中能处理的二进制数位数为字长。它是计算机的重要性能指标。常用的计算机字长有 8 位、16 位、32 位及 64 位。

2) 控制器

控制器是计算机的指挥中心,它与运算器一起组成中央处理器(CPU)。用于控制机器的各部件按指令协同工作。它保证了计算机运行过程的自动化及程序的正确执行,并且能对异常事件进行处理。控制器由一组寄存器(指令寄存器、程序计数器、指令译码器、地址寄存器、状态/条件寄存器、时序产生器等)构成,主要完成取指令、分析指令及向其他部件发送信号执行指令等功能。

程序计数器(PC):当程序顺序执行时,每取出一条指令,程序计数器的值自动加一,指向下一条要取的指令。

指令寄存器(IR):用于寄存当前正在执行的指令。

指令译码器(ID):用于对当前指令进行译码,识别要完成的操作。

地址寄存器(AR):保存当前 CPU 所访问的内存单元的地址。

状态/条件寄存器:用于保存指令执行完成后产生的条件码。另外还保存中断和系统工作状态等信息。

时序产生器:为每条指令按执行时间顺序提供应有的控制信号(时钟脉冲)。

3) 存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据。不管是程序还是数据,在存储器中都是用二进制的形式表示的,统称为信息。

计算机中的最小信息单位称为位(bit,一个二进制位)。通常,CPU 向存储器送入或从存储器取出信息时,不能存取单个的“位”,而是用 B(字节)和 W(字)等较大的信息单位来工作。一个字节由 8 个二进制位组成,而一个字则由一个或多个字节组成。

在存储器中把保存一个字节的 8 位触发器称为一个存储单元。存储器是由许多存储单元组成的。每个存储单元对应一个编号,用二进制编码表示,称为存储单元地址。向存储器中存数或者从存储器中取数,都要给定地址并将地址进行译码,找到相应的存储单元。存储单元的地址只有一个,固定不变,而存储在存储单元中的信息是可以变换的。

存储器所有存储单元的总数称为存储器的存储容量,通常用单位 KB、MB、GB、TB 表示,它们之间的关系是:1KB = 1 024B;1MB = 1 024KB;1GB = 1 024MB;1TB = 1 024GB。存储容量越大,意味着计算机能够记忆存储的信息越多。

半导体存储器称为内存储器,简称内存。内存又分为只读存储器和随机存取存储器。只读存储器(Read Only Memory, ROM)是指 CPU 只能从中读取数据,不能写入。在微型计算机系统中一般用来存放 BIOS、字符字形库等固定不变的程序或参数。随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)即通常所说的计算机主存,CPU 对它既可读出又可写入数据,但停电时其中的信

息立刻丢失。

由于半导体存储器的存储容量有限,计算机中又配备了存储容量更大的磁盘存储器和光盘存储器,称为外部存储器。

4) 输入输出设备

计算机通过输入输出设备从外部世界接收信息和向外部世界反馈计算处理的结果。

输入设备是接收用户输入程序和数据部件。它将信息的形式变换成计算机能接收并识别的形式。目前常用的输入设备有键盘、鼠标、数字扫描仪和模数转换器等。

输出设备是将计算机处理结果(二进制信息)转换成用户可以接受的信息表达形式。如字符、文字、图形、图像、声音等。目前广泛使用的输出设备有打印机、绘图仪、显示器、音箱等。

计算机的输入输出设备通常为外围设备。这些外围设备种类繁多、速度各异,因而它们不能直接地同高速工作的主机相连接,而是通过适配器(如显卡、声卡等)与主机联系。适配器的作用相当于一个转换器,它可以保证外围设备按计算机系统所要求的形式发送或接收信息,使主机和外围设备并行协调地工作。

外部存储器也是计算机中重要的外围设备,它既可以作为输入设备,也可以作为输出设备。因为它也有存储信息的功能,常被称做辅助存储器。

2. 软件系统

广义地说,软件泛指程序、运行时的数据以及与之相关的文档资料。计算机软件系统主要有两大类:系统软件和应用软件。

系统软件是指控制计算机运行,管理计算机各类资源,并为应用软件提供支持和服务的一类软件。常用的系统软件有操作系统、计算机语言及语言处理程序、数据库系统等。

1) 操作系统

操作系统是配置在计算机硬件上的第一层软件,是对硬件系统的第一次扩充。它负责管理、协调计算机系统中所有软硬件资源的使用,在计算机系统中占据特殊的地位,其他所有软件都将依赖操作系统的支持,取得它的服务。操作系统已成为从大型机直至微机都必须配置的软件。

2) 计算机语言及语言处理程序

计算机语言用于编写计算机程序,是人与计算机进行信息交流的工具。计算机语言一般可分为机器语言、汇编语言、高级语言。

(1) 机器语言。其指令是由二进制代码构成的,是计算机能直接识别的程序设计语言,机器语言的每一条指令都与CPU中相应的电子电路相对应。因此,不同类型CPU的机器语言是不一样的。机器语言的优点是执行速度快、代码量小,缺点是随机而异,指令以二进制形式组成,通用性差、难记、编程工作量大、可读性差、有错误难修改等。

(2) 汇编语言。汇编语言又称符号语言,它是用接近人类的语言的助记符来替代机器语言的指令。它仍然具有机器语言的速度快、编程代码量少的优点,在很大程度上克服了机器语言的难学、难记、有错难修改的缺点。但是机器不能直接识别汇编语言,必须把汇编语言编写的源程序翻译(汇编)成机器能识别的机器语言构成的目标程序。与机器语言一样,汇编语言也因机而异,不便于移植。

(3) 高级语言。为了克服上述两种低级语言的随机而异、不通用和编程工作量大、有错难