



教育部高等学校文科计算机基础教学指导分委员会立项教材
普通高等学校计算机基础教育“十三五”规划教材·创新系列

计算机技术及创新案例

JISUANJI JISHU JI CHUANGXIN ANLI

朱扬清 罗 平 主 编
霍颖瑜 左 军 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



教育部高等学校文科计算机基础教学指导分委员会立项教材
普通高等学校计算机基础教育“十三五”规划教材·创新系列

计算机技术及创新案例

朱扬清 罗 平 主 编

霍颖瑜 左 军 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

为满足大学计算机课程“服务于学生社会就业及专业本身所需要的计算机的知识、技术及应用能力的培养,以造就更多的创新、创业人才”的教学总体目标要求,着力提升大学生信息素养和信息应用能力,本书根据教育部高教司与文科大学计算机基础教学指导委员会编写的《计算机教学基本要求》组织编写。全书共分为11章,依次为计算机基础知识、计算机硬件系统、程序设计语言、操作系统、计算机网络、数据处理、多媒体、信息安全、人工智能、电子商务、新一代信息技术(云计算、移动互联网、物联网)等。每章为一个专题,介绍了相关技术的基本内容、最新发展概况及应用,精选了创新、创业案例,便于读者掌握信息时代必备的计算机知识以及提高创新、创业方面的思维和能力。

本书适合作为高等学校各专业计算机通识教育及创新、创业能力培养的教学用书,也可作为广大社会人员拓展计算机技术知识的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机技术 & 创新案例 / 朱扬清, 罗平主编. — 北京: 中国铁道出版社, 2015.9

普通高等学校计算机基础教育“十三五”规划教材.
创新系列 教育部高等学校文科计算机基础教学指导分委员会立项教材

ISBN 978-7-113-20887-5

I. ①计… II. ①朱… ②罗… 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 216447 号

书 名: 计算机技术 & 创新案例
作 者: 朱扬清 罗 平 主编

策 划: 刘丽丽

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 周 欣 徐盼欣

封面设计: 刘 颖

封面制作: 白 雪

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18 字数: 434千

印 数: 1~3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-20887-5

定 价: 38.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

2014年3月,教育部高等学校文科大学计算机基础教学指导委员会在《关于开展文科大学计算机教学改革项目立项的通知》文件中指出:大学计算机是面向高校非计算机专业的计算机教育体系,科学规划文科大学计算机课程的知识结构和课程体系,探讨文科计算机教育的规律和方法,为培养文科大学生多元化思维探索有效途径,落脚点在于推动高校按照文科不同专业类型以及应用需求开展大学计算机教学改革、课程建设和立体化教材建设。该文件又指出:大学计算机的教学总体目标要求是“服务于学生社会就业及专业本身所需要的计算机的知识、技术及应用能力的培养,以造就更多的创新、创业人才”;教学内容是“以培养学生信息素养与应用能力为主线,开展文科大学计算机教学改革研究,包括了解信息技术应用对经济社会发展所做出的巨大贡献,了解信息技术与人文社科等相互渗透、交叉融合,理解和掌握利用计算思维和计算工具解决专业领域问题的思路 and 做法”。

根据上述指导思想,结合学校经济管理学院计算机公共课教学现状,提出了课程改革的思路和建设内容。

当今计算机技术已经应用到社会的各个方面,给人们的工作、学习和生活带来了巨大的便利,促进了社会的进步与文明的提升。作为当代的大学生,毕业后将会走向社会的各种企事业单位,他们应该具备先进的计算机知识,并能够把计算机技术与经济、管理工作结合起来,去创造高效的管理和运营模式,为单位带来更大的效益。同时,大学生的就业,除到各种企事业单位工作以外,更要增强自己创业的意识、思维和能力。互联网、移动互联网、云计算、物联网等平台为大学生创业提供了高效、灵活、容易拓展的舞台。大学生学习最新计算机技术基本内容及创新、创业案例,将对提升大学生掌握最新计算机技术知识以及创新、创业的思维和能力提供巨大帮助,为社会进步的提升和面貌的改变带来积极的意义,从而提升整个社会的文明程度。根据这样的思路,我们进行了课程体系建设以及相关教材编写工作。

文科大学生的计算机教育更多地应该从通识教育和计算能力两个方面进行展开。通识教育课程可以讲解如“计算机技术与创新”或者“计算机技术与文明”这样的课程。计算能力课程可以选择当今比较流行和功能比较强大的软件与专业结合的思路进行,如“Excel在商务中的应用”。

无论是“计算机技术与创新”课程,还是“计算机技术与文明”课程,都是主要培养学生的创新思维,为后续专业课程的学习树立牢固的创新思想,使学生在专业课学习

的过程中,能够不断思考如何运用专业知识结合互联网、移动互联网、云计算、物联网等平台去进一步创新、创业。

作为计算能力培养的课程,如“Excel在商务中的应用”课程,应该结合后续经济管理专业课程的内容,从数据的获取、各种Excel的数据分析工具、数据分析结果如何使用以及在经济学和社会学中的意义进行系统分析和讲解,培养学生综合计算能力,使学生对每一个案例都能清楚其数据的意义并知晓如何运用,拓展学生的学习空间和应用空间,为学生今后学习专业课程和走上工作岗位打下坚实的基础。

本书为“计算机技术及创新案例”课程教材,包括11章的内容,依次为计算机基础知识、计算机硬件系统、程序设计语言、操作系统、计算机网络、数据处理、多媒体、信息安全、人工智能、电子商务、新一代信息技术(云计算、移动互联网、物联网)等。每章为一个专题,介绍相关技术的基本内容、最新发展概况以及在社会各个领域中的应用,精选了创新、创业案例,对学生掌握信息时代必要的计算机知识以及提高创新、创业方面的思维、能力有巨大帮助。

本书教学计划为32学时,2个学分。具体教学过程是:每章作为一个技术专题开展讲授,每个专题讲授时间为2学时。对于计算机硬件系统、计算机网络、人工智能、新一代信息技术4章内容,每章除进行专题讲授外,还需开展2学时的实验或视频课程。最后,通过2学时的课程报告完成本书的学习。

诚恳邀请全国有关高校从事文科计算机公共课教学的老师一起来探讨文科专业计算机公共课的教学改革,为培养具有创新、创业思维与综合能力的大学生共做贡献。

本书得到了教育部文科大学计算机教学改革项目(2014年度,出版社合作类)“基于地方院校经济管理专业大学生应用能力培养的计算机公共课教学改革研究(项目编号:2014-B007)”的支持;中国铁道出版社的有关领导、编辑对本书的出版做了大量工作;本书在编写过程中,得到了佛山科学技术学院各级领导,特别是经济管理学院杨望成院长、吕惠聪副院长的大力支持。在此,向他们表示最诚挚的感谢。

本书由朱扬清构思、设计,朱扬清、罗平任主编,霍颖瑜、左军任副主编,钟勇、马莉参与了编写。第1章、第6章、第11章由朱扬清编写,第2章、第5章、第7章由罗平编写,第3章由马莉编写,第4章、第9章由霍颖瑜编写,第8章由左军编写,第10章由钟勇编写,张勇、何国健、陈美莲、吴建洪参与了本书资料的收集和整理工作。全书由朱扬清、罗平统稿和定稿。

由于编者水平有限及编写时间仓促,书中疏漏与不当之处在所难免,敬请广大读者和同仁不吝赐教、拨冗指正。

编者

2015年8月

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算机概述	1
1.1.1 什么是计算机	1
1.1.2 计算机的发展历史	1
1.1.3 计算机的特点	4
1.1.4 计算机的应用	5
1.2 计算机系统组成	6
1.2.1 计算机硬件	6
1.2.2 计算机软件	7
1.2.3 计算机系统	8
1.3 计算机中信息的表示	9
1.3.1 数制	9
1.3.2 计算机中数的表示	10
1.4 图灵模型及图灵奖	12
1.4.1 图灵模型	12
1.4.2 图灵测试	13
1.4.3 图灵奖	13
1.5 创新创业案例	14
1.5.1 创新创业案例介绍	14
1.5.2 创新创业案例启示	20
习题	21
第 2 章 计算机硬件系统	26
2.1 计算机组成	26
2.1.1 中央处理器	26
2.1.2 主存储器	27
2.1.3 输入/输出子系统	28
2.1.4 外存储器	33
2.1.5 子系统的互连	35
2.1.6 简单计算机	37
2.2 计算机的几个重要性能指标	38
2.3 计算机分类	39
2.3.1 数字计算机和模拟计算机	39
2.3.2 专用计算机和通用计算机	39
2.4 微型计算机购买指南	42
2.5 创新创业案例	45

2.5.1	创新创业案例介绍	45
2.5.2	创新创业案例启示	46
	习题	46
第 3 章	程序设计语言	52
3.1	程序设计语言的基本含义	52
3.1.1	什么是程序设计语言	52
3.1.2	利用程序设计语言编写程序	53
3.2	程序设计语言的发展历史及发展趋势	53
3.2.1	程序设计语言的历史回顾	53
3.2.2	程序设计语言的发展现状及趋势	57
3.2.3	面向未来的汉语程序设计语言	58
3.3	程序设计语言分类	59
3.3.1	机器语言	59
3.3.2	汇编语言	59
3.3.3	高级语言	60
3.3.4	非过程化语言	60
3.4	主要程序设计语言	61
3.4.1	桌面编程语言	61
3.4.2	客户/服务器系统编程语言	62
3.4.3	浏览器/服务器系统编程语言	62
3.4.4	嵌入式系统编程语言	64
3.4.5	人工智能编程语言	65
3.5	创新创业案例	65
3.5.1	创新创业案例介绍	65
3.5.2	创新创业案例启示	67
	习题	68
第 4 章	操作系统	71
4.1	操作系统的概念	71
4.2	操作系统的发展历史	71
4.2.1	20 世纪 60 年代操作系统发展	71
4.2.2	20 世纪 80 年代操作系统发展	72
4.2.3	20 世纪 90 年代操作系统发展	72
4.2.4	21 世纪操作系统发展	73
4.3	操作系统的分类	73
4.3.1	按应用领域划分	73
4.3.2	按所支持用户数目划分	74
4.3.3	按源码开放程度划分	74
4.3.4	按操作系统对作业处理的方式划分	75
4.3.5	按 CPU 指令长度划分	76
4.3.6	按终端智能化划分	77

4.4	操作系统的功能	77
4.4.1	处理器管理	77
4.4.2	存储管理	77
4.4.3	设备管理	78
4.4.4	文件管理	79
4.4.5	用户接口	79
4.5	主流操作系统	80
4.5.1	Windows	80
4.5.2	UNIX	82
4.5.3	Linux	83
4.5.4	DOS	84
4.5.5	Android	85
4.5.6	Apple iOS	86
4.6	创新创业案例	88
4.6.1	创新创业案例介绍	88
4.6.2	创新创业案例启示	89
	习题	90
第 5 章	计算机网络	94
5.1	计算机网络的概念	94
5.2	计算机网络的发展历史及趋势	95
5.2.1	计算机网络的发展历史	95
5.2.2	计算机网络的发展趋势	95
5.3	计算机网络的组成	96
5.3.1	主机	96
5.3.2	网络连接设备	96
5.3.3	传输介质	97
5.3.4	网络软件	100
5.3.5	网络体系和协议	101
5.4	计算机网络的分类	103
5.4.1	按网络覆盖范围分类	103
5.4.2	按网络拓扑结构分类	103
5.4.3	按网络组建对象分类	105
5.4.4	按通信传播方式分类	106
5.5	Internet	106
5.5.1	Internet 的概念	106
5.5.2	Internet 协议	107
5.5.3	域名系统	109
5.5.4	物理地址	111
5.5.5	Internet 网络服务	111
5.6	计算机网络应用	114

5.6.1 电子商务	114
5.6.2 电子政务	115
5.7 重要的国际网络组织	115
5.8 创新创业案例	116
5.8.1 创新创业案例介绍	116
5.8.2 创新创业案例启示	118
习题	119
第6章 数据处理	122
6.1 数据处理的含义	122
6.2 数据处理的发展	122
6.2.1 非电子计算机数据处理发展	122
6.2.2 电子计算机数据处理发展	123
6.3 数据库技术	126
6.3.1 数据库基本概念	126
6.3.2 数据模型	126
6.3.3 数据库系统结构	127
6.3.4 关系数据库	129
6.4 大数据技术	134
6.4.1 大数据的概念	134
6.4.2 数据处理平台的基础架构	135
6.4.3 大数据存储	136
6.4.4 大数据处理的计算模式	137
6.4.5 大数据处理系统的容错性	137
6.5 数据挖掘技术	138
6.6 数据处理工具	138
6.7 数据处理在社会各领域中的应用	139
6.8 创新创业案例	141
6.8.1 创新创业案例介绍	141
6.8.2 创新创业案例启示	142
习题	142
第7章 多媒体	148
7.1 多媒体的含义	148
7.2 多媒体技术的特点	149
7.3 多媒体技术的发展	150
7.4 主要多媒体技术	151
7.4.1 图形、图像技术	151
7.4.2 音频技术	157
7.4.3 视频技术	161
7.4.4 压缩技术	163
7.5 多媒体技术在社会领域中的应用	166

7.6 创新创业案例	167
7.6.1 创新创业案例介绍	167
7.6.2 创新创业案例启示	169
习题	169
第 8 章 信息安全	174
8.1 信息安全的含义	174
8.2 信息安全的发展历程	174
8.3 信息安全的标准	177
8.3.1 信息安全标准的含义	177
8.3.2 主要信息安全标准简介	177
8.4 信息安全的威胁	178
8.5 信息安全技术	180
8.5.1 信息安全技术的基本内容	180
8.5.2 我国信息系统安全等级	183
8.6 信息安全防护策略	183
8.7 建设安全、健康的大学生数字化生活	185
8.7.1 大学生与社交网络	185
8.7.2 网络社交的优点与弊端	186
8.7.3 在数字化生活中全面发展	187
8.8 信息安全产生的商机	187
8.9 创新创业案例	188
8.9.1 创新创业案例介绍	188
8.9.2 创新创业案例启示	193
习题	193
第 9 章 人工智能	199
9.1 人工智能的含义	199
9.2 人工智能的发展历史	200
9.3 主要人工智能技术	202
9.3.1 人工智能的技术特征	202
9.3.2 人工智能学科研究的主要技术	203
9.4 人工智能技术在社会领域中的应用	215
9.4.1 人工智能技术的应用	215
9.4.2 人工智能技术对社会各个领域产生的影响	216
9.4.3 人工智能技术未来	217
9.5 创新创业案例	217
9.5.1 创新创业案例介绍	217
9.5.2 创新创业案例启示	219
习题	220
第 10 章 电子商务	223
10.1 电子商务的含义	223

10.2 电子商务的发展历史	224
10.2.1 电子商务发展的 5 个阶段	224
10.2.2 电子商务在我国的发展状况	225
10.3 电子商务的分类	226
10.4 电子商务对社会经济、管理产生的影响	227
10.4.1 电子商务对社会经济产生的影响	228
10.4.2 电子商务对社会管理产生的影响	228
10.5 创新创业案例	230
10.5.1 创新创业案例介绍	230
10.5.2 创新创业案例启示	232
习题	235
第 11 章 新一代信息技术	239
11.1 云计算	239
11.1.1 云计算的含义	239
11.1.2 云计算的发展历史	239
11.1.3 云计算的特征和分类	241
11.1.4 云计算体系结构	242
11.1.5 主要云计算平台介绍	243
11.1.6 云计算的关键技术	246
11.1.7 云计算的应用	247
11.2 移动互联网	248
11.2.1 移动互联网的含义	248
11.2.2 移动互联网的发展历史	248
11.2.3 移动互联网的技术体系	249
11.2.4 移动互联网的关键技术	251
11.2.5 移动互联网的应用	254
11.3 物联网	254
11.3.1 物联网的含义	254
11.3.2 物联网的发展历史	255
11.3.3 物联网系统的构成	256
11.3.4 物联网的关键技术	258
11.3.5 物联网的应用	260
11.4 创新创业案例	262
11.4.1 创新创业案例介绍	262
11.4.2 创新创业案例启示	264
习题	264
附录 A 习题参考答案	271
附录 B 推荐网站	276
参考文献	277

第 1 章 计算机基础知识

1.1 计算机概述

1.1.1 什么是计算机

广义来讲,计算机是指能够进行数据处理的设备,如算盘、计算器(包括机械和电子计算器),也包括电子计算机、生物计算机等。狭义来讲,一般指电子计算机。目前,如不特别说明,计算机是指狭义上的电子计算机。

电子计算机是一种自动、快速、精确地完成信息存储、数值计算、数据处理和过程控制等多种功能的电子机器,简称为计算机。又因为它的工作方式与人的思维过程十分相似,所以也被叫做“电脑”。电子逻辑器件是计算机的物质基础,其基本功能是进行数字化信息处理。

计算机进行数据处理,主要包括两个重要环节:一是计算机能够存储要处理的数据;二是要有一个数据处理的算法(所谓算法可以理解为数据处理的若干步骤),并且将算法编写成程序,然后计算机存储程序并自动执行程序。

1.1.2 计算机的发展历史

1. 早期的计算设备

计算设备有着悠久的历史,其中较早的一个计算设备是算盘。算盘起源于中国,最早可以追溯到公元前 600 年,曾被用于早期希腊和罗马文明。算盘本身非常简单,一个矩形框里固定着一组小棍,每个小棍上串有一组珠子,如图 1-1 所示。在小棍上,珠子上下移动的位置表示所存储的值。正是这些珠子代表了这台“计算机”所表示和存储的数据。这台机器是依靠人的操作来控制算法执行的。因此,算盘自身只算得上一个数据存储系统,它必须在人的配合下才成为一台完整的计算机。至今,我国有些人还在使用算盘进行数据处理。

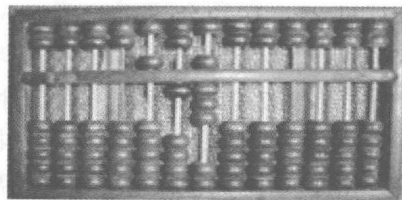


图 1-1 算盘

17 世纪初,西方国家的计算工具有了较大的发展,英国牧师奥却德发明了圆柱形对数计算尺,这种计算尺不仅能做加减乘除、乘方、开方运算,甚至可以计算三角函数、指数函数和对数函数。这些计算工具不仅带动了计算机器的发展,也为现代计算器发展奠定了良好的基础,成为现代社会应用广泛的计算工具。

2. 机械计算器

这一阶段大约在 1930 年以前。人们发明了一些用来计算的机器。

1642 年, 年仅 19 岁的法国数学家和物理学家布莱斯·帕斯卡 (Blaise Pascal) 发明了第一部机械式计算器 Pascsline, 这是一个用来进行加减运算的机器。20 世纪 60 年代末, 瑞士尼克劳斯·沃斯 (Niklaus Wirth) 发明了一种结构化程序设计语言, 将其命名为 Pascal 语言, 用来纪念这位发明首台机械计算器的科学家。

1694 年, 德国数学家戈特弗里德·莱布尼茨 (Gottfried Leibnitz) 发明了能够进行加减乘除运算的计算器, 这台机器被称为莱布尼茨之轮 (Leibnitz's Wheel)。

1801 年, 法国发明家约瑟夫·玛丽·雅卡尔 (Joseph Marie Jacquard) 发明了第一台用于存储和编程概念的提花织布机。这种织布机利用穿孔卡 (类似于存储程序) 来控制织布过程中经线的提升。

1823 年, 查尔斯·巴贝奇 (Charles Babbage) 发明了一种差分引擎 (Difference Engine, 也叫差分机), 它不仅能够很容易地进行简单数学运算, 还可以解多项式方程。1834 年, 巴贝奇又发明了一种分析引擎 (Analytical Engine, 也叫分析机), 在某种程度上和现代计算机的概念类似。该机器有 4 个组成部分: 一个制造场 (现在的算术/逻辑单元)、一个存储单元 (存储器)、一个操作者 (控制单元) 和一个输出单元 (输入/输出)。

1884 年, 美国人口普查局职员赫尔曼·霍列瑞斯 (Herman Hollerith) 设计并制造出具有编程能力的机器, 该机器可以自动阅读、计数和排列存储在穿孔卡上的数据 (该机器也称为制表机)。

3. 电子计算机

(1) 早期的电子计算机

这一阶段大约在 1930—1950 年期间。这一时期的计算机都是在外部编程的。有以下 5 台比较杰出的计算机:

① 世界上第一台真正意义上的电子数字计算机实际上是 1934—1939 年由美国衣阿华州立大学物理系副教授约翰·文森特·阿塔纳索夫 (John Vincent Atanasoff) 和其助手克利福特·贝瑞 (Clifford Berry) 研制成功的, 用了 300 个电子管, 取名为 ABC (Atanasoff-Berry Computer)。不过这台机器还只是个样机, 并没有完全实现阿塔那索夫的构想。1942 年, 太平洋战争爆发, 阿塔那索夫应征入伍, ABC 的研制工作也被迫中断。但是 ABC 计算机的逻辑结构和电子电路的新颖设计思想却为后来电子计算机的研制工作提供了极大的启发。

② 1939 年, 德国数学家康拉德·楚泽 (Konrad Zuse) 设计出了首台采用继电器工作的计算机 Z1。1939 年, Zuse 和 Schreyer 开始在 Z1 计算机的基础上发展 Z2 计算机, 并用继电器改进存储和计算单元。但这个项目因为 Zuse 服兵役被中断了一年。

③ 1937 年, 在美国海军部和 IBM 公司的支持下, 哈佛大学应用数学教授霍华德·阿肯领导设计了 Mark I 计算机 (该机由 IBM 承建)。该机既使用了电子部件, 也使用了机械部件, 由开关、继电器、转轴以及离合器构成。

④ 第二次世界大战爆发后不久, 图灵带领 200 多位密码专家, 研制出名为“邦比”的密码破译机, 后又研制出效率更高、功能更强大的密码破译机“巨人”, 为破译德国 Enigma 密码做出了巨大贡献。

⑤ 1946 年 2 月 14 日, 美国宾夕法尼亚大学宣布“世界上第一台电子多用途数字计算机” ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer, 电子数字积分计算机) 诞生, 由普雷斯波·埃克特 (J. Presper Eckert) 和约翰·莫奇利 (John Mauchly) 领导设计。ENIAC 长 30.48 m, 宽 6 m,

占地面积约 170 m², 有 30 个操作台, 重达 30 t, 功率为 150 kW。

从技术专利上讲, 世界上第一台电子数字计算机应该是 ABC 计算机, ENIAC 是第二台计算机。但从计算机制造实现上来讲, ABC 是样机没有形成真正的实用产品, 而 ENIAC 被真实地制造出来, 并在实际问题解决中得到应用, 所以后来很多学者也是从这个角度认为 ENIAC 是世界上第一台电子数字计算机。

(2) 基于冯·诺依曼模型的计算机

上面介绍的 5 台计算机的存储单元仅仅用来存储数据, 它们利用配线或开关进行外部编程。冯·诺依曼提出了数据和程序都应该存储在存储器中。按照这种方法, 当重新运行程序时, 就不用重新布线或者调节成百上千的开关。第一台基于冯·诺依曼思想的计算机于 1949 年在宾夕法尼亚大学诞生, 命名为 EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机), 也由普雷斯波·埃克特和约翰·莫奇利建造设计。1949 年, 由英国剑桥大学莫里斯·文森特·威尔克斯 (Maurice Vincent Wilkes) 领导、设计和制造了 EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator, 电子延迟存储自动计算机), 该机使用了汞延迟线作存储器, 利用穿孔纸带输入和电传打字机输出。

1950 年以后出现的计算机基本上都基于冯·诺依曼模型。

(3) 计算机的发展历程

人们按照计算机所使用的电子器件生产工艺的更替来描述计算机的发展过程, 从 ENIAC 诞生算起, 对计算机 (电子计算机) 的发展进行划分。

① 第 1 代计算机 (1946—1957 年)。特征是: 采用电子管作为计算机逻辑元件; 计算机体积庞大, 可靠性差, 输入/输出设备有限; 主存容量小; 计算速度慢 (1000~10 000 次/秒); 主要以单机方式完成科学计算; 用机器语言或汇编语言编写程序; 确立了计算机的基本结构为冯·诺依曼模型。这一时期的计算机除 ENIAC 外, 其他计算机都是基于冯·诺依曼模型设计制造的。代表机器有 IBM-701 和美国兰德公司制造的 UNIVAC-1 等。

② 第 2 代计算机 (1958—1964 年)。特征是: 逻辑元件采用晶体管; 用磁心和磁盘做存储器; 在体积、重量和功耗方面都比电子管计算机小很多; 运算速度得到提高, 达几次/秒到几十万次/秒; 主存容量进一步扩大; 程序设计语言出现了如 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言, 简化了程序设计; 计算机不仅用于科学计算, 而且用于数据处理, 并开始用于工业控制。代表机器有 IBM-7094 和 CDC1604 计算机。

③ 第 3 代计算机 (1965—1970 年)。特征是: 采用集成电路 (Integrated Circuit, IC) 代替了分立元件; 半导体存储器逐渐取代了磁心存储器; 采用了微程序控制技术; 终端设备和远程终端迅速发展, 并与通信设备、通信技术相结合, 为计算机网络的出现打下了基础; 在软件方面, 操作系统日益成熟; 多处理机、虚拟存储系统以及面向用户软件的发展, 丰富了计算机软件资源; 计算机体系结构走向系列化、通用化和标准化。代表机器是 IBM 公司的 IBM 360 计算机。

④ 第 4 代计算机 (1970 年至今)。特征是: 以大规模集成电路 (Large-Scale Integration, LSI) 或超大规模集成电路 (VLSI) 为计算机主要功能部件; 主存储器采用集成度很高的半导体存储器; 在软件方面, 发展了数据库系统、分布式操作系统等。第 4 代计算机的另一个重要分支是以 LSI 为基础发展起来的微处理器和微型计算机。

⑤ 第 5 代计算机。电子计算机经历了 4 个发展阶段后, 目前朝着智能化、网络化、巨型化和微型化等方面展开, 智能化的第 5 代计算机发展成为主要目标。人们希望第 5 代计算机从“信息处理”转向“知识处理”, 真正实现人类大脑功能的延伸。智能计算机的主要特征

是具备人工智能,能像人一样思维,并且运算速度极快,其硬件系统支持高度并行和推理,其软件系统能够处理知识信息。神经网络计算机(也称神经元计算机)是智能计算机的重要代表。目前,第5代计算机正在研究和发展之中。

⑥ 第6代计算机。半导体硅晶片的电路密集,散热问题难以彻底解决,影响了计算机性能的进一步发挥与突破。研究人员发现,脱氧核糖核酸(DNA)的双螺旋结构能容纳巨量信息,其存储量相当于半导体芯片的数百万倍。一个蛋白质分子就是一个存储体,而且阻抗低、能耗小、发热量极低。基于此,利用蛋白质分子制造出基因芯片,研制生物计算机(也称分子计算机、基因计算机),已成为当今计算机技术的最前沿。生物计算机比硅晶片计算机在速度、性能上有质的飞跃,被视为极具发展潜力的“第6代计算机”。目前,生物计算机正在研究中。

(4) 我国计算机的发展

我国计算机起步于1956年。1958年研制成功了第一台电子数字计算机103机,1965年5月研制成第一台晶体管计算机109乙机,1971年研制成功第一台集成电路计算机TQ-16,之后相继研制成功各种巨、大、中、小型计算机和微机。

其中,我国自主研制的巨型计算机在世界上处于国际先进行列。1983年12月,由国防科技大学研制成功每秒可进行1亿次运算的“银河I号”;1992年,在国防科技大学研制成功运算速度达每秒10亿次的“银河II号”;1995年,中科院计算所国家智能计算机研究开发中心研制成功运算速度达每秒25亿次的“曙光1000”大规模并行计算机系统;1997年,国防科技大学又研制成功运算速度达每秒百亿次的“银河III号”新一代巨型计算机;1999年,由国家并行计算机工程技术研究中心牵头研制成功的“神威I”的峰值运算速度为每秒3840亿次;2008年8月曙光5000研制成功,标志着中国成为世界上继美国后第二个成功研制浮点速度在每秒百万亿次的超级计算机;2010年,“天河一号”让中国第一次拥有了当时全球最快的超级计算机,该计算机每秒可进行4700万亿次浮点运算、持续速度每秒2566万亿次;2012年9月,神威蓝光高效能计算机由国家并行计算中心研制,按照MPP万亿次架构设计,处理器采用的8704片16核的神威1600,峰值计算速度达到每秒1100万亿次浮点计算,持续计算能力为738万亿次;2013年11月18日,国际TOP500组织公布了最新全球超级计算机500强排行榜榜单,中国国防科学技术大学研制的“天河二号”以峰值计算速度每秒5.49亿亿次、持续计算速度每秒3.39亿亿次双精度浮点运算的优异性能位居榜首,成为全球最快超级计算机。2015年7月13日,国际TOP500组织在德国举行的第45届国际超级计算机大会上发布全球超级计算机500强最新榜单,中国“天河二号”以每秒33.86千万亿次的浮点运算速度第5次蝉联冠军。排名第二的依然为美国能源部下属橡树岭国家实验室的“泰坦”超级计算机(简称“超算”),浮点运算速度为每秒17.59千万亿次;第3~5名分别为美国劳伦斯-利弗莫尔国家实验室的超算“红杉”(每秒运算17.17千万亿次)、日本理化研究所的“京”(每秒运算10.51千万亿次)和美国阿尔贡国家实验室的“米拉”(每秒8.59千万亿次)。

1.1.3 计算机的特点

计算机具有自动连续计算、运算速度快、运算精度高、记忆力强、具有逻辑判断能力、可靠性高、通用性强等特点。具体说明如下:

(1) 自动连续计算。由于采用存储程序控制方式,一旦输入编制好的程序,程序启动后,它就能自动地连续执行下去,直到遇到程序内部结束运行的命令为止。

(2) 运算速度快。由于计算机是采用高速电子器件组成的, 因此能以极高的速度工作, 现在普通的微型计算机每秒可执行几百万条指令甚至更多, 巨型机每秒则可以执行数亿亿次运算。随着新技术的开发, 计算机的运算速度将会不断得到提高。

(3) 运算精度高。由于计算机采用二进制数字表示数据, 数据的精度取决于这个数的二进制码的位数。可以通过增加计算机能够处理的二进制位数来提高精度, 位数越多精度就越高。

(4) 记忆力强。计算机存储器具有存储、记忆大量信息的功能, 并能进行快速读取。记忆的内容可以是大量数据和计算机程序, 需要时, 可以快速运行程序和处理数据。

(5) 具有逻辑判断能力。计算机具有逻辑判断能力, 即在计算机程序执行的过程中, 根据上一步程序执行的结果以及逻辑判断条件自动选择下一步要执行的程序命令或方法程序。这一功能不仅使计算机可以解决数值计算问题, 也可以解决非数值计算问题, 如信息检索、图像识别、逻辑推理等问题, 大大扩大了计算机的应用范围。

(6) 可靠性高。计算机可靠性包括硬件可靠性和软件可靠性。由于计算机采用大规模集成电路和超大规模集成电路, 这些电路经过了严格测试, 因此, 计算机在硬件上可靠性非常高。在软件上, 计算机采用了经过严格测试的指令系统, 有严密的数学理论做基础, 很多应用程序经过软件工程方法进行严格测试, 因此, 软件可靠性也非常高。近年来, 随着分布式计算、云计算技术的发展, 进一步提升了计算机系统的容错能力, 使计算机系统的可靠性进一步增强。

(7) 通用性强。利用计算机解题时, 对于不同的问题, 只是执行的程序不同。因此, 通过在计算机上运行不同的程序, 同一台计算机就能够解决各式各样的问题, 应用于不同的领域。例如, 现在普通的个人计算机可以进行文档处理、图像处理、音视频处理、办公自动化处理、模拟与仿真计算等问题。

1.1.4 计算机的应用

目前, 计算机应用已经深入到社会的各个领域, 具体体现在如下几个方面:

(1) 科学计算。在科学技术和工程设计中, 存在大量的各类数学计算的问题。其特点是数据量不是很大, 但计算的工作量很大、很复杂, 如解几百个线性联立方程组、大型矩阵计算、高阶微分方程组等, 用其他计算工具是难以解决的。

(2) 数据处理。数据处理现在常用来泛指在计算机上加工那些非科技工程方面的计算、管理和操作任何形式的数据资料。数据处理应用领域十分广泛, 如企业管理、飞机订票、银行业务、证券数据处理、会计电算化、办公自动化等。据统计, 数据处理在所有计算机应用中所占比重最大。数据处理的特点是要处理的原始数据量很大, 而运算比较简单, 处理结果往往以表格或文件的形式存储或输出。

(3) 过程控制。采用计算机对连续的工业过程进行控制, 称为过程控制。在电力、冶金、石油化工、机械等工业部门采用过程控制, 可以提高劳动效率, 提高产品质量, 降低生产成本, 缩短生产周期。

(4) 计算机辅助设计、制造和教育。计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 使用计算机来帮助设计人员进行产品设计, 在船舶、飞机、建筑工程、大规模集成电路、机械等方面都在广泛使用 CAD。计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM) 帮助产品制造人员进行生产设备的管理、控制和操作, 在电子、机械、造船、炼钢、航空、化工等领域广泛利用 CAM。计算机辅助教育 (Computer Aided Instruction, CAI) 是利用计算机程序

把教学内容变成软件,以便让学生利用计算机开展学习,使教学内容多样化、形象化,获得更好的教学效果。

(5) 人工智能。人工智能是计算机理论科学研究的一个重要领域,是利用计算机软硬件系统模拟人类某些智能行为(如感知、推理、学习、理解等)的理论和技術。其中,最具代表性的两个领域是专家系统和机器人。

(6) 多媒体应用。多媒体技术融计算机、声音、文本、图像、动画、视频和通信等多种功能于一体,为人和计算机之间提供了传递自然信息的途径,已用于教育、训练、演示、咨询、管理、出版、办公自动化等多个方面。

(7) 计算机网络与通信。随着计算机网络技术、通信技术的发展,计算机在网络与通信中的应用越来越广泛。目前,互联网、移动互联网已把全球大多数用户通过计算机、移动终端联系在一起,物联网的发展与应用将进一步把人与人、人与物、物与物连接起来。人类社会的许多活动,如教育、医疗、购物、政府办公等都可以通过网络完成。未来,计算机网络与通信必然会进一步深入影响到人类社会的方方面面。

1.2 计算机系统组成

一个完整的计算机系统由计算机硬件系统和计算机软件系统两部分组成。

1.2.1 计算机硬件

1. 计算机硬件组成

计算机硬件是计算机的实体,是所有固定装置的总称,是计算机实现功能的物质基础。计算机硬件系统的设计基本上是按照美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(见图 1-2)提出的设计电子数字计算机的基本思想(存储程序控制原理)进行的。存储程序控制原理主要包括 3 个要点:

(1) 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大基本部件组成,并规定了这 5 个部分的基本功能。

(2) 采用二进制形式表示数据和指令。

(3) 将程序和数据事先存放在存储器中,使计算机工作时能够自动高速地从存储器中取出指令加以执行。

存储程序控制原理奠定了现代计算机的基本结构,并开创了程序设计时代。60 多年来,虽然计算机结构经历了重大的变化,性能也有了惊人的提高,但就其结构原理来说,至今占主流的仍是以存储程序原理为基础的冯·诺依曼结构计算机。图 1-3 显示了冯·诺依曼结构计算机的基本构成。

计算机硬件主要由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大基本部件组成,它们的基本功能如下:

(1) 运算器(Arithmetic and Logical Unit, ALU)。运算器是一个用于数据加工的部件,它用来对二进制数据进行算术运算和逻辑运算,所以也叫算术逻辑运算部件。

(2) 控制器(Control Unit, CU)。控制器的主要功能是按预先编好的程序,不断地从主存储器取出指令、分析指令和执行指令。

运算器和控制器不论在逻辑关系上或是在结构工艺上都有十分紧密的联系,它们实际上是制作在同一块芯片上,称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。