

高等院校计算机教育系列教材

计算概论

许卓群 李文新 罗英伟 编著



清华大学出版社

高等院校计算机教育系列教材

计 算 概 论

许卓群 李文新 罗英伟 编著

清华大学出版社

北 京

前 言

本书的内容分为两大部分,第一部分以讲解计算机和互联网的软硬件组成及其工作原理为主线,图文并茂地讲解计算机的内部构成及与因特网有关的通信技术和网络组成;第二部分在一般性地介绍 C 语言的基础上,结合有趣的竞赛问题讲解 C++ 程序设计。

本书为入门者提供了比较全面的基础知识。作为入门课程,在课程教学初期,常常会遇到学生掌握的计算机知识程度参差不齐的问题。由于教学条件等多种原因,中学时期的计算机教学内容差别很大,所以在教学内容上非常需要一本文字易懂、内容翔实、很适合自学的教科书,在内容上应该适当丰富一些,使不同程度的学生都能受益。

作为入门课程的教材,本书很注意基本原理的阐述。在教学中,学生不应满足于熟记操作规则和技术名词。即使是技能训练为主的教学,也要注意基本概念的理解。熟练地使用计算机编辑文字、编制网页或操作上网等当然都是重要的,但是使用计算机需要灵活性,而灵活性需要通过每一个人对基本知识的理解才能表现出来。古人云:“工欲善其事,必先利其器”,计算机将会成为每个人终生的贴身助手,不要吝惜对计算机这个灵巧工具的犀利打磨功夫,打好基础才是灵活运用的前提。

本书在内容上注意深入浅出,方便自学,避免涉及繁杂的技术规范和数学理论推导。主要内容大致分为 4 个部分:介绍信息技术发展概貌;讲解计算机互联网的基本组成和工作原理;讨论微型计算机的内部结构和 CPU 的基本工作原理;介绍程序设计语言并且结合有趣的竞赛问题讲解 C++ 程序设计方法。

本书是一本内容深入的计算机入门书籍,国内尚未见到这样组织内容的计算机图书。全书各章内容覆盖了下列 6 个重要方面:①计算机与信息社会的技术发展。介绍硅芯片技术、摩尔定律和计算机等;说明基于因特网的 e 时代以及多媒体数字编码技术等。②互联网与通信技术。介绍数字通信和计算机网络、局域网和无线通信网络;介绍因特网的应用,包括收发电子邮件、网站搜索、网页浏览等。③人机交互。讲解计算机和人的双向互动对话;通过对信息的数字化编码和信息可视化技术的原理分析,说明图像处理技术等多媒体技术的特性。④讲述计算机的工作原理,论述程序控制的自动计算机器的特性。通过“内储程序控制”原理和图灵机的讲解,阐述 CPU 和数字存储的工作原理的本质;图文并茂地讲解计算机的内部构成和外部连接,通过插槽和端口等连接技术的讲解,形象地说明可扩展互连方式的原理,以及层次式海量存储体系的特点。⑤介绍计算机的操作环境。包括计算机的操作系统、信息存储的分层结构、文件系统和数据库等。⑥程序设计语言和 C++ 编程。结合实际问题讨论求解算法设计和程序设计技巧。

本书的主要内容通过“计算概论”课程的教学已经使用了好几年,并受到学生们的好评。这一课程是北京大学理科本科学生的必修计算机入门课程。三位作者都是该课程的任课教师。在本书写作上,第 1、2、6 章由许卓群教授执笔,第 3、4、5 章由罗英伟副教授执笔,第 7、8、9、10 章由李文新副教授执笔,并由许卓群教授负责对全书内容统编。书中的程序设计例题和编程算法分析,曾经由李文新在 2003 年和 2004 年的讲授中和在计算机竞赛中使用。此外,参与课程辅导的硕士研究生对书中的内容,特别是对程序提出了许

多修改意见，在此一并致谢。

限于水平，本书会有不少欠妥之处，希望读者不吝赐教。为了读者联系方便，将提供课程网站（<http://gis.pku.edu.cn/course> 和 <http://acm.pku.edu.cn/course> 是其中两个），请上网并可利用 BBS 讨论板提出建议或问题。

许卓群 李文新 罗英伟

2004 年 12 月于北京大学

引 言

每一个刚涉足计算机领域的人都很想知道怎样才能尽快学习到最有用的计算机知识。我们首先要建议的是，在一开始请不要仅限于技能培训式学习，而应当从基础知识入手。学习计算机知识不像学习汽车驾驶技术那样简单。但有些使用过计算机的人可能会认为计算机基本知识的学习并不重要，为了学会计算机只需要多使用和多练习就可以了。虽然这种意见也有一定的道理，但是，如果只是能够快速麻利地使用计算机，用它进行写作或绘制图表，然后就认为可以成为一个计算机行家里手，那就大错特错了。计算机的学习从一开始就要强调对基本概念的理解，强调掌握计算机和网络的基本原理。不能局限于记忆操作步骤。仅仅学会如文字编辑、网页制作等技能是远远不够的。计算机科学技术知识日新月异，软件和硬件新技术层出不穷，它们的应用种类也是千变万化的。技能方面的知识往往陈旧过时得非常快，停留在某些常用软件的使用技能上是无法适应未来发展的。

1. 计算机入门 ABC

《计算概论》这本书是为读者提供计算机入门知识而编写的。刚刚接触计算机的人都希望找到一种学习捷径，以便尽快地进入计算机知识的大门。对于这个期望，我们的建议是：打好基础才是捷径。我们对基础学习提出几条具体的建议：①不要局限于记忆。遇到新的技术名词不必拘泥于每一个词都弄明白；遇到难懂的概念，可以做一个记号继续往下读；书中内容可以反复阅读，回过头来温习往往会有新的收获；上机练习和与他人的讨论，都会有助于对问题的认识，加深对概念的理解。②一定要有上机实践。本书虽然没有偏重于讲解上机、上网和使用软件的具体操作过程，但是建议读者一定要参照相关的操作教程，获得计算机操作系统、文字编辑、上网以及网页制作等方面的具体经验。③在你实际操纵计算机的时候，如果它不听话，一定不要气馁。“条条大路通北京”。为了让计算机完成某一件工作，绝不会只有一条途径，一般都存在很多种办法。当你遇到挫折时一定要停下来想一想，设法换一种思维，寻找另一种办法去完成它。④利用黑箱原理。机器内部的计算机工作原理虽然比较复杂，但是作为一个使用者，不必等全部了解清楚才去运用它。黑箱原理的意思是：为了突出一个系统的功能和特点，应该忽略与当前主要问题无关的细节，把那些次要的东西遮盖起来，就好像将复杂系统放在一个黑箱里面，外面则留着那些最主要的部分。也就是说在观念上，要尽量突出自己关心的主要问题。例如，为了键入一篇文章，我们需要了解计算机键盘和显示屏怎样配合工作的基本原理，但是并不需要全面了解键盘、计算机以及显示屏三者配合工作的内部细节。例如为了编辑文章，一开始只需要理解与文字编辑有关的操作，如何将键入的文字存储在计算机里，等等。总之，在学习上不必一次求全；采取一步步地深入、边实践边深入理解的策略，效果会更好些。

2. 本书主要内容的安排

本书将把重点放在下面几个层面上，而不是侧重于讲解具体软件的操作说明。①讨

论计算机及信息网络与现代社会的关系。研究通过哪些途径它们正在影响我们的日常生活。②说明计算机的应用,解释如何利用计算机来完成一些典型任务。③讲解计算机的工作原理和内部结构,一些有关的基本概念,以及涉及计算机信息处理的基本功能。本书将结合具体的例子来讲解计算机和网络技术中的一些重要基础知识,包括:

- 基于因特网的 e 时代。信息社会在技术方面的一个明显特点是,社会中的几乎一切活动都离不开电子信息和网络通信。这种基于因特网的 e 时代具有一系列的技术特点,例如硅芯片技术和摩尔定律、互联网的特点和信息的数字化特性,等等。
- 互联网与信息共享。网上的信息世界非常精彩。国际互联网采用了数字通信和网络互联技术,内部采用的互联方式和互联结构让世界上每一个人都可以参与其中。它的消息通信协议使得电子邮件、网页浏览和网页制作等得以实现。
- 作为一种程序控制的自动计算机器的计算机,其工作原理、组成计算机的硬件部件和软件系统的特性,以及通过视窗操作系统使用和操纵计算机的基本技术等。
- 人机互动。人和机器交流多媒体信息,多媒体信息的数字化、图形和图像。
- 海量信息存储技术。介绍存储设备读写数据的基本原理、存储系统的分层结构、文件的组织和数据库等。重点论述文件系统的组织和使用。
- 作为计算机工作心脏的 CPU。计算机指令的执行周期、内储程序式自动程序控制原理、有限状态机器和图灵机、三种基本的程序控制结构等。
- 程序设计语言和编程环境。介绍 C++编程(不涉及视窗类),结合实际应用的问题求解和进行程序设计。

3. 人和机器的双向互动

从人们使用计算机的心理状态来看,刚开始使用的时候大概都带着喜忧参半的心情。为此,让我们谈一谈怎样摆正人和机器的相互关系问题。从交流信息的方式来看,与老一代电影、电视和报纸等普通媒体的信息传播方式相比,计算机和互联网的明显优势是它为人们提供了双向交互对话的能力。从对电视屏幕的单纯接受、被动观看,变成如今人和计算机网络互动(双向来往)的工作方式,这是一种革命性的变化。使人们能够对信息世界进行主动的浏览,给予人们一定程度的操纵控制权。当然,由于这种新媒体与普通媒体不同,而且由于计算机和互联网是非常复杂的系统,它们自然会对初学者的心理从积极和消极两个方面造成影响。一方面,会为精彩的网络信息世界而激动,另一方面也会为操纵复杂系统的难度和后果而担心。譬如说,担心这种系统会不会由于人的错误操作而引起无法控制的故障或错误(实际上,这种担心是不必要的)。另一种常见的担心出自于对人机交流信息的不理解。不理解机器的当前工作情况和工作状态,不理解它的反应是否正常。这种问题需要通过多练习和多阅读来解决。

从一般的工程原理上讲,人机用户界面是指人们所能够见到的那一部分系统,亦即当人和机器之间交换信息的时候,用户能直接感知并且必须涉及的那些部分。一个好的用户界面应该能够帮助用户有效地使用机器来解决问题,在对人的心理暗示和潜在作用方面,应该设法多从积极的方面去影响人,并且帮助克服由于计算机的复杂性对人所产生的负面心理影响。为了在心理方面帮助实现人机互动,人机用户界面的设计者应该多

采用图示和有用的声音提示，等等。人机互动的要点是理解当前的“状态”。既要理解机器系统的状态，也要理解操纵者自己的状态，包括人大脑的思维状态。一旦发现计算机能够听命于你，已经能够通过计算机在互联网上自由驰骋，你就会感受到一种“主人”似的自由操纵感。

在虚拟的信息世界中亲身感受到“自我”的力量是很愉快的。那是一种个人能力的表现，是拥有运用一系列操作和命令来解决复杂问题的能力的表现。

目 录

第 1 章 人类进入 e 时代..... 1

1.1 信息社会的技术特征..... 1

1.1.1 因特网与信息社会的发展..... 2

1.1.2 计算机和信息技术..... 3

1.1.3 信息与比特 7

1.1.4 十进制、二进制、八进制 与十六进制 9

1.2 计算机的主要特征..... 11

1.2.1 计算机的组成部件..... 12

1.2.2 内储程序控制原理..... 14

1.2.3 程序语言和计算机软件..... 15

1.3 国际互联网络的主要特征..... 17

1.3.1 互联网络是信息社会的 基础设施 17

1.3.2 数字通信与网络互联..... 18

1.3.3 因特网及其特点..... 24

1.4 小知识 27

1.5 习题 28

第 2 章 放眼世界——互联网络与 信息海洋 29

2.1 互联互通的计算机网络..... 29

2.1.1 计算机局域网和网际 互联 29

2.1.2 互联网应用举例—— 电子邮件的收发过程..... 31

2.2 国际互联网的发展历史..... 33

2.3 因特网的通信协议及其基础 设施 34

2.3.1 因特网通信协议..... 34

2.3.2 硬件互联和以太网..... 39

2.3.3 路由设备 44

2.4 互联网应用——文件传输、 信息浏览和网络计算..... 47

2.4.1 客户端/服务器(Client/Server)

应用模式..... 48

2.4.2 电子邮件 email..... 48

2.4.3 远程文件传输 FTP..... 49

2.4.4 超文本网页与信息网站 50

2.4.5 电子张贴板 BBS (Bulletin Board System)..... 52

2.4.6 网络计算和 Web 服务 54

2.5 习题..... 55

1. 回答题..... 55

2. 上机练习题..... 55

第 3 章 个人计算机的组成与 操作系统..... 58

3.1 个人计算机硬件组成及其性能 指标 58

3.1.1 主机..... 59

3.1.2 中央处理器(CPU) 59

3.1.3 主板..... 61

3.1.4 总线..... 61

3.1.5 芯片组..... 62

3.1.6 接口..... 63

3.1.7 主板的性能指标..... 64

3.1.8 存储设备：主存储器和 外存储器..... 64

3.1.9 外设接插端口：适配器和 驱动器..... 69

3.1.10 机箱与电源..... 70

3.2 基本输入/输出设备..... 71

3.2.1 键盘和鼠标..... 71

3.2.2 显示器..... 72

3.3 通信设备..... 74

3.4 外围设备..... 75

3.4.1 打印机..... 76

3.4.2 绘图仪..... 77

3.4.3 液晶投影仪..... 79

3.4.4 手写板/图形输入板/ 数字化仪	80
3.4.5 扫描仪/数码照相机/ 数码摄像机	81
3.4.6 声卡/麦克风/音箱	83
3.4.7 更多的外围设备	84
3.5 网络计算机	85
3.6 个人计算机软件系统组成	85
3.6.1 系统软件	87
3.6.2 应用软件	88
3.7 操作系统	89
3.7.1 操作系统的引导 (开机引导)	90
3.7.2 操作系统的功能	91
3.7.3 网络操作系统	98
3.7.4 操作系统实例	98
3.8 几种典型的应用软件—— 实用软件	102
3.9 科学软件	102
3.10 文字处理和出版	104
3.10.1 文字处理系统的 工作方式	105
3.10.2 电子出版物	106
3.11 计算机辅助设计系统	107
3.11.1 AutoCAD 系统	108
3.11.2 计算机辅助电子设计	108
3.12 地理信息系统	109
3.12.1 地理信息系统软件	110
3.12.2 空间信息的查询—— 图文互查的综合查询	111
3.12.3 计算机自动绘制地图—— 辅助美观的专题地图	112
3.12.4 GIS 与空间评价、空间规 划方法的结合	112
3.12.5 把 GIS 软件作为开发各种 城市信息系统的工具	113
3.12.6 与遥感、全球定位系统 的结合	113
3.13 软件的购买和安装	114

3.14 计算机系统的协同工作	115
3.15 习题	116
1. 问答题	116
2. 上机练习题	116

第4章 人机互动——与计算机的信息交流

4.1 计算机上的娱乐	117
4.1.1 阅读与写作	117
4.1.2 音乐	118
4.1.3 图片	118
4.1.4 动画与电影	119
4.1.5 游戏	119
4.1.6 互联网上的活动	120
4.2 数字化原理——信息的编码	120
4.2.1 指令的编码	121
4.2.2 数值的表示范围和精度	121
4.2.3 字符编码	122
4.2.4 颜色编码	125
4.2.5 声音编码	126
4.2.6 图像编码	127
4.2.7 字符的字体和字型	128
4.2.8 影像编码	129
4.2.9 基本的编码规则	130
4.3 计算机系统的信息交换环境	130
4.4 信息的输入	133
4.4.1 计算机信息输入的本质	133
4.4.2 输入信息的分类	134
4.4.3 信息的输入及设备	135
4.4.4 文本编辑器以及中文信息 的录入	139
4.5 信息的输出	150
4.5.1 计算机信息输出的本质	150
4.5.2 信息的输出形式	151
4.5.3 信息的输出及设备	151
4.6 图形用户界面技术	155
4.7 多媒体技术	157
4.7.1 多媒体技术的基本概念	157
4.7.2 多媒体信息的压缩编码	159

4.7.3 多媒体应用软件—— 幻灯制作	162	5.7 习题	200
4.8 人机交互技术的发展	162	1. 问答题	200
4.9 习题	164	2. 上机练习题	200
1. 问答题	164	第 6 章 CPU 芯片不停地计算	201
2. 上机练习题	164	6.1 有限状态自动机和图灵机	201
第 5 章 信息的存储与管理	165	6.1.1 基本图灵机	201
5.1 计算机存储系统的层次结构	166	6.1.2 有限状态自动机	202
5.2 磁盘、光盘、磁带和优盘的结构 特点和工作原理	169	6.2 计算机的核心： 中央处理器 CPU	204
5.2.1 软盘	169	6.2.1 CPU 的组成与内储程序 控制原理	204
5.2.2 硬磁盘	173	6.2.2 指令工作周期	207
5.2.3 磁带及磁带机	175	6.2.3 程序中断	208
5.2.4 光盘及光盘驱动器	177	6.3 主存储器	209
5.2.5 优盘和闪存卡(Flash Memory + USB 接口)	178	6.3.1 存储单元	209
5.3 信息在外存储器中的组织—— 文件系统	180	6.3.2 主存储器的组成	210
5.3.1 文件与文件系统	180	6.3.3 存储总线与数据传输	211
5.3.2 文件的存储方式和 访问方式	181	6.4 指令系统	212
5.3.3 文件和目录	182	6.4.1 指令系统	212
5.3.4 目录结构下的文件访问	184	6.4.2 整数和浮点数的机器表示	214
5.3.5 文件系统的维护	185	6.4.3 算术运算和逻辑运算	214
5.3.6 DOS 文件系统及 文件目录操作	186	6.5 程序的几种基本控制结构	215
5.3.7 Windows 系统中的 文件目录操作	190	6.5.1 算法的特点	216
5.3.8 在应用软件中使用 文件操作命令	192	6.5.2 三种程序控制结构	216
5.4 数据库系统	194	6.6 习题	219
5.4.1 文件中的数据组织和 操作	195	1. 思考题	219
5.4.2 数据库和数据库 管理系统	196	2. 上机练习题	220
5.4.3 数据仓储技术	198	第 7 章 程序设计语言和编程环境	221
5.5 文件的网络传输	199	7.1 机器语言	221
5.6 文件与应用软件	199	7.1.1 数制转换	221
		7.1.2 机器指令	222
		7.1.3 机器指令的执行过程	223
		7.2 汇编语言	223
		7.2.1 简单算术运算	223
		7.2.2 累加运算	225
		7.2.3 求最大值	227
		7.3 高级程序设计语言	229

7.3.1	FORTRAN.....	230	8.6.1	变量的命名.....	259
7.3.2	COBOL.....	231	8.6.2	语句的层次和对齐.....	259
7.3.3	BASIC.....	231	8.6.3	注释.....	260
7.3.4	Pascal.....	231	8.6.4	写程序的一些禁忌.....	260
7.3.5	C 和 C++.....	232	8.7	几个例子程序.....	262
7.3.6	Ada.....	233	8.7.1	银行账户结余.....	262
7.3.7	Java.....	233	8.7.2	生理周期运算.....	263
7.4	Visual C++ 6.0 编程环境.....	234	8.8	习题.....	264
7.4.1	Visual C++ 6.0 编程环境 基本功能简介.....	234	1. 问答题.....	264	
7.4.2	使用 Visual C++ 6.0 编程 环境进行编程的一般过程.....	238	2. 求表达式的值.....	264	
7.5	小结.....	240	3. 编程解决问题.....	265	
7.6	习题.....	240	第 9 章 复合数据类型与问题求解	266	
1. 简答题.....	240	9.1	一维数组.....	266	
2. 上机练习题.....	241	9.1.1	数组的定义.....	266	
第 8 章 程序设计导引	243	9.1.2	数组的赋值.....	267	
8.1	程序的基本框架.....	243	9.1.3	数组的访问和遍历.....	268
8.2	变量、常量和数据类型.....	244	9.1.4	求解例 9.1 的奖金问题.....	268
8.2.1	变量.....	244	9.2	结构(记录).....	269
8.2.2	常量.....	247	9.2.1	结构类型和结构 类型变量.....	269
8.2.3	数据类型.....	248	9.2.2	结构类型变量的访问.....	271
8.3	算术表达式.....	248	9.2.3	求解例 9.2 的救援问题.....	272
8.3.1	算术运算符.....	248	9.3	指针/动态数组.....	273
8.3.2	数据类型转换.....	249	9.3.1	指针.....	273
8.3.3	运算符的优先级和 结合性.....	250	9.3.2	动态数组的申请.....	275
8.4	指令流的控制: 顺序、 分支和循环.....	250	9.3.3	动态数组的访问与赋值.....	275
8.4.1	语句和语句组.....	251	9.3.4	动态数组空间的释放.....	276
8.4.2	分支语句.....	251	9.3.5	动态数组的使用.....	277
8.4.3	循环语句.....	253	9.4	初等算法.....	278
8.5	控制台输入和输出.....	257	9.4.1	计数.....	278
8.5.1	数据输入.....	257	9.4.2	统计.....	279
8.5.2	数据输出.....	257	9.4.3	数学运算.....	280
8.5.3	一个包含输入输出 语句的完整程序.....	258	9.4.4	简单的模拟题.....	281
8.6	程序风格.....	259	9.5	排序.....	282
			9.5.1	起泡排序.....	282
			9.5.2	插入排序.....	285
			9.5.3	排序的例题.....	285
			9.6	查找.....	288

9.6.1 顺序查找	288	10.2.2 函数的调用	298
9.6.2 二分法查找	288	10.3 参数传递和返回值	299
9.7 文件输入输出	289	10.3.1 值参	299
9.7.1 创建文件	289	10.3.2 形参	301
9.7.2 打开和关闭文件	290	10.3.3 返回值	304
9.7.3 从文件中读入数据	290	10.4 全局变量和局部变量	304
9.7.4 将数据写入文本文件	291	10.4.1 全局变量	304
9.7.5 格式化文件输入输出	292	10.4.2 局部变量	305
9.7.6 格式化文件输入输出 例题	293	10.4.3 变量的作用域	305
9.8 习题	294	10.5 递归调用	306
1. 简答题	294	10.6 快速排序	312
2. 上机编程题	294	10.7 经典实例	313
第 10 章 函数与结构化设计	296	10.8 习题	315
10.1 分治思想	296	1. 简答题	315
10.2 函数	297	2. 上机实习题	316
10.2.1 函数的定义	298	参考文献	319

第 1 章 人类进入 e 时代

现代社会的日常生活和工作都离不开信息交流和电子通信。当前,计算机和数字通信已经深入到人们日常生活和社会经济关系的每一个角落。现代社会进入了 e 时代(e 是电子信息的简写),其重要标志是计算机和因特网(计算机互联网络)在日常生活中随处可见,例如信息浏览、视听媒体、电子现金支付和购房贷款,以及关系到国计民生和经济运行的统计监控、交通监控和传染病监视预警等。本章的主要议题就是要从人们日常应用的角度来考察这些技术的主要特点。

1.1 信息社会的技术特征

社会经济生活中的人际交往关系构成一个复杂的网络,这些联络关系与信息交换网络两者紧密交织(图 1.1)。信息交换和信息共享会推动新价值的产生,这是因为社会经济生活的物流、银流、情感交流等,都离不开信息交换(信息流)。信息就是知识,它推动社会事业的发展。此外,人与人、单位和单位之间的信息交换关系本身也反映出现代社会的结构特点,从中可以看出社会的发展和进步。

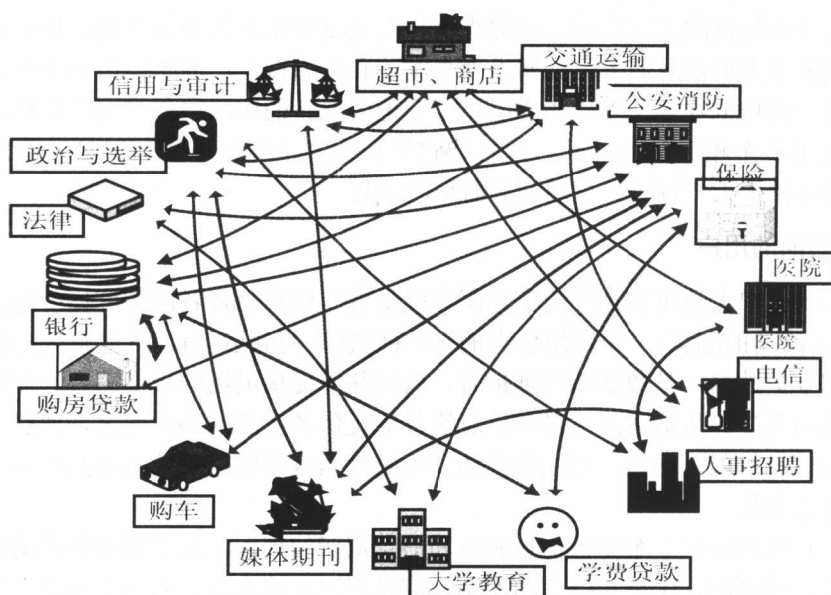


图 1.1 社会关系网络和信息网络

图 1.1 中用带箭头的连线描绘社会联系,周边围绕的一圈图标代表社会上常见的业务活动或工作单位。此图形象地刻画出复杂的社会联系网络。实际上每一条连线都蕴含着丰富的含义,其中也包含了信息交换关系。

1.1.1 因特网与信息社会的发展

因特网(Internet)是国际互联网的简称,它的基础设施是由互相连接的计算机网络组成的。因特网把各种应用的计算机连接在一起,基于高速通信的网络使它们能够互通信息。社会上各种信息网络绝大多数是基于因特网而建造的。计算机互联网一般按照国际网络协议标准建造,这样可以很方便地让它们和国际通用的因特网连接在一起。因特网为世界各大洲的人们之间的信息互联互通打开了通畅的高速路,通过它可以进行高速、可靠和互动式的信息交流。随着社会发展的需要,这种信息网络必然会成为社会经济正常运转所不可或缺的。

1. 因特网的主要优点

因特网主要有两方面的优点。首先,在信息的传递和交流方面非常快速高效。过去也许要几个星期才能达到的远距离信件交换,现在几乎在一瞬间就能通过网上的信息交换实现。形象地用“地球村”来形容这种全球范围的高效信息交流能力是非常恰当的。其次,在信息共享的能力方面,计算机互联网的处理信息能力也在飞速地发展。上面说的“信息传递”和这里的“信息共享”在概念上是有所不同的。前者主要指,互相通信的人们通过电子邮件或者网页访问进行联系、交换信息。信息传递的主体是人,互联网络为他们提供信息交流的媒体,并提供信息传递的服务。而后者“信息共享”则强调人们在互联网上共同享用信息库、数据库等信息服务。

例如为公众提供的天气查询、交通查询和有关商业娱乐服务的查询。目前在网络上已经出现了很多新型的信息服务,如网上信息浏览和信息搜索、多媒体信息下载、点播娱乐节目以及电子商城购物等,以后还会层出不穷地出现新的应用服务。这些信息服务的特点是往往要使用多个相关的信息库,并且让它们在内容上互相连接,譬如为了安排周末外出,同时需要关于天气预报、交通和旅游地的信息。

2. 因特网的用户

网络上的用户大致可以划分为信息服务提供者和信息消费者两类群体:服务提供者是信息源(信息流动的源头),和使用信息的客户(信息流的到达点)。信息源负责收集数据、存储数据和维护数据,是数据库的维护者,而且往往提供灵活的查询服务。使用信息的客户则来自四面八方。从信息消费者和信息服务的提供者两者的关系而言,消费者应该获得一定的使用信息权限。当然,这两类群体并不是截然区别的,消费者本身也可以扮演信息服务提供者的角色。

因此,互联网也是一个提供信息服务和信息消费的市场。从全国或全球范围来看,由于专业和文化的不同、民族和语言的差别、信息表现形式多样,再加上客户对信息的要求也多种多样,这种网上的信息市场在技术上还有一定难度,发展还需时日。有鉴于此,网络上的信息源和信息服务不仅要注意本身内容的丰富,而且更要注意相关信息源内容之间的相互关系,在物流、人员、银流、情感交流等内容上的对应关系。

3. 因特网是网际网,是局域网的互相连接

从技术上看,根据国际互联网的标准,因特网是由很多局部的网络通过高速通信线路

互相连接而成的。因特网的英文词(Internet)直译的意思是网际网,也就是说通过网络之间互联而成。一般小单位内的计算机的网络连接是使用局域网(Local Networks)技术。粗略地说,局域网把近距离多台计算机与局域网的集线器(称为 Hub)设备直接连接起来。集线器(Hub)是一种具有很多互联端口,能够连接多台计算机的数据交换设备。它的职责是按照网络通信协议的规定,为计算机之间互联通信服务,承担消息通信和数据收发工作。所有信息交换都通过这种 Hub 的收发转接得以实现。如果是室内距离较近的计算机,一般用双绞线(或通信光缆)与其 Hub 设备直接连接。每一台计算机的网卡端口直接连线到该 Hub 网卡的对应端口。局域网与其他网络之间再利用高速通信光纤连接,成为更大范围的网路。对于远距离的网络互联,除了铺设长距离的光缆,有时也使用无线的卫星通信或地面微波通信连接。

4. 局域网是组成因特网的基本网络单位

总之,局域网是组成国际互联网络的基本网络单位。每一个工作单位(或者家庭)都可以建立一个(或多个)局域网。对互联网络的连接范围和规模是没有限制的,从室内的几台计算机互联,形成局域网(家庭网、班组网)、数字园区网络(政务办公、公司商务网),一直到规模较大的城市紧急救援网、全国的教育科研网以及跨国公司的业务互联网等等。它们允许同时存在,只要遵循国际因特网标准的 IP 互联协议,就可以互相连接在同一个国际互联网络上。所以说,因特网是一种具有开放式发展能力的互联互通技术,它的发展潜力是很大的。从网络管理上看,基本上是自己管自己。从好的方面来说,这种开放型的管理模式除了建议大家在互联互通方面相互帮助外,其他方面没有谁来控制、干涉你。但是,从防止恶意破坏攻击方面来看,也意味着必须自己管自己。每一个参与网络建设和网路使用的人,从一开始上网就必须严加注意,要遵循道德标准,并严防黑客攻击。

1.1.2 计算机和信息技术

在信息处理的历史上有若干里程碑式的技术发展,它们对社会的影响非常巨大,表现在:

- 发明文字,文字的发明使得信息能够跨越时间和空间而传播。
- 发明算术,计算是数字式的信息加工和变换。
- 发明活字印刷,印刷技术使得大量信息能够被批量地复制,被广泛地共享。
- 发明数字计算机和信息互联网络,计算机和高速通信网络的出现,从时间上和空间上都改变了信息传输、信息加工和信息共享的规模和尺度,使社会的各个方面更加开放和更为互相依赖。在及时共享信息的意义上,我们的星球真的变为了地球村。

1. 电子数字计算机的发明和发展

有关计算机的发明历史可以讲一些有趣的故事。现代电子数字计算机的发明源于 20 世纪 40 年代。它的理论模型——图灵机的提出则还要更早一些(1936, A.M.Turing)。在二次世界大战期间,美国政府资助了一项建造 EDVAC 计算机的工程项目。到 1947 年,媒体发表了该机器的设计者之一(一位知名的数学家冯·诺依曼)的照片,照片的背景是这台

“新型的电脑”EDVAC(图 1.2)。当时的报道说“这台机器能够在一秒内完成 2000 次乘法,一万次加减法,其惊人的存储能力,能够同时存储 1024 个数据(12 位数字精度)”。在这之前,由冯·诺依曼提出了一个重要的设计报告,他在世界上第一次描绘了这种新型计算机的工作原理和建造方案。第二次世界大战刚结束时,当时的电子技术发展虽然仍很初步,但已经基本具备了建造这种机器的技术基础。

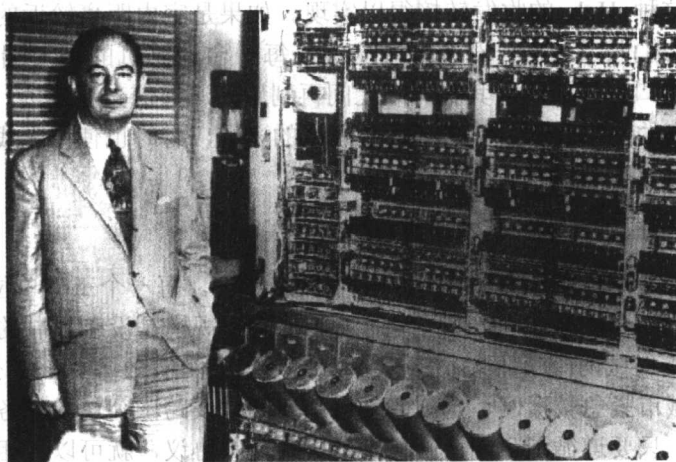


图 1.2 John Von Neuman 站在 EDVAC 计算机的一角(1947 年)

用建造电子计算机所使用的基本元件来划分,电子数字计算机的前期发展经历了四个阶段:

(1) 第一代(1946 年—1957 年):采用电子管作为主要元件,这个阶段的计算机主要应用于军事领域及科学计算。

(2) 第二代(1957 年—1964 年):采用晶体管元件。晶体管元件和前期的电子管相比,具有体积小、耗电省、寿命长等优点,计算性能也有了很大改进。由于成本下降,应用范围也进一步扩展。在资金雄厚的科研院所和工业公司可见计算机的身影。在数据处理和事务管理方面计算机得到了部分应用。

(3) 第三代(1964 年—1970 年):采用半导体集成电路代替了分立的晶体管元件。计算机性能更佳,价格也逐渐变得适合大规模应用。前期计算机生产的作坊式(每一台机器都要进行特殊的调试)逐渐发展为真正的工业生产,提出了标准化、模块化、系列化的要求。

(4) 第四代,大规模集成电路的时代(1970 年—):一个大规模集成电路芯片大小仅如指甲盖面积一般,如图 1.3 所示。由于高新技术的不断注入,其设计理论、方法、技术不断更新,其制造工艺技术的进步,使得同样大小的芯片功能惊人地改善。大规模集成电路芯片的“性能价格比”以指数的速度上升。

2. 大规模集成电路与摩尔 (G. Moore) 定律

早期的大规模集成电路,例如在 1971 年推出的微处理器芯片 Intel 4004,元件集成度还很小,一个芯片上只包含了 2300 个晶体管,在功能上也是很初步的。美国 Intel 公司的创始人之一, G.Moore 在 1965 年就预见到,未来的数十年内,大规模集成电路生产技术

将不断改善,并使其芯片上的元件集成度持续增加,计算速度相应地提高。芯片的性能会以每18个月改善一倍的力度发展。也就是说人们可以期待,以同样的价格,大约每隔一年半,就可以买到比过去在功能上高过一倍的大规模集成电路芯片。

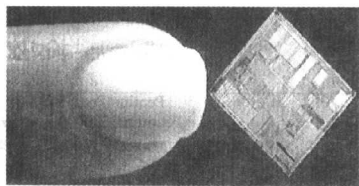


图 1.3 大规模集成电路芯片的实际大小如指甲一般

图 1.4 的横坐标按年度,1970—2010 年,每 4 年统计一次,纵坐标是在同一面积上的元件数量(数量级, $k=10^3$, $M=10^6$, $G=10^9$)。存储芯片上的晶体管数量随年份指数性增长,每两年翻一番,1975 年约 1000 个晶体管,1990 年达到约一百万个,……,2010 年预期超过 10 亿个晶体管。

存储器容量每三年翻两番

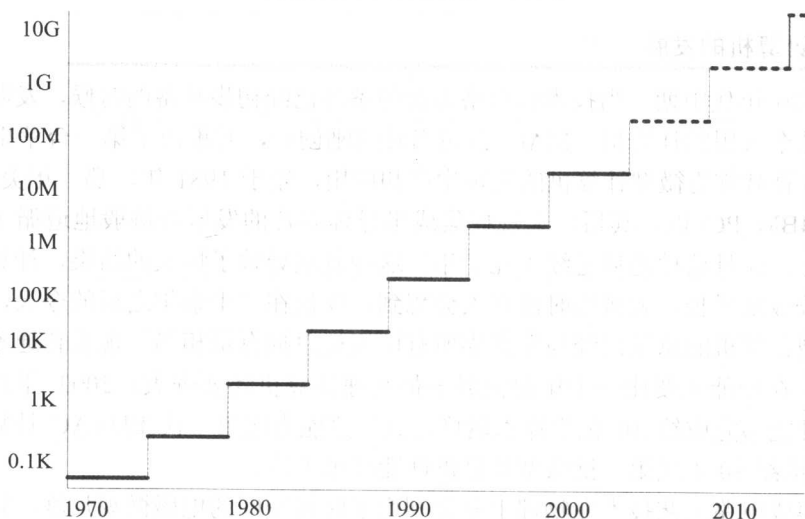


图 1.4 摩尔(Moore)定律

图 1.5 横坐标按年度 1970—2002,4 年一格。纵坐标是 CPU 大规模集成电路芯片上的元件数量。 $1.E+k$ 含义为 10 的 k 幂次, $k=3,\dots,9$ 。大规模集成电路芯片的半导体元件数量随年份指数性增长,大致上每三年翻两番。2004 年的 CPU 芯片 Itanium 有 2540 万个晶体管。

1971 年 Intel 的第一块 i4004 CPU 芯片是由 2300 个晶体管组成的。1973 年的 CPU 芯片 Intel8080 的晶体管数量达到 6000 个。1980 年 Intel 的 80286 包含 13400 个,1984 年的 Intel 的 80386 上升到 275000 个晶体管,……,1996 年的奔腾 2(PentiumII)为 750 万个,2004 年的 Itanium 有 2540 万个晶体管。