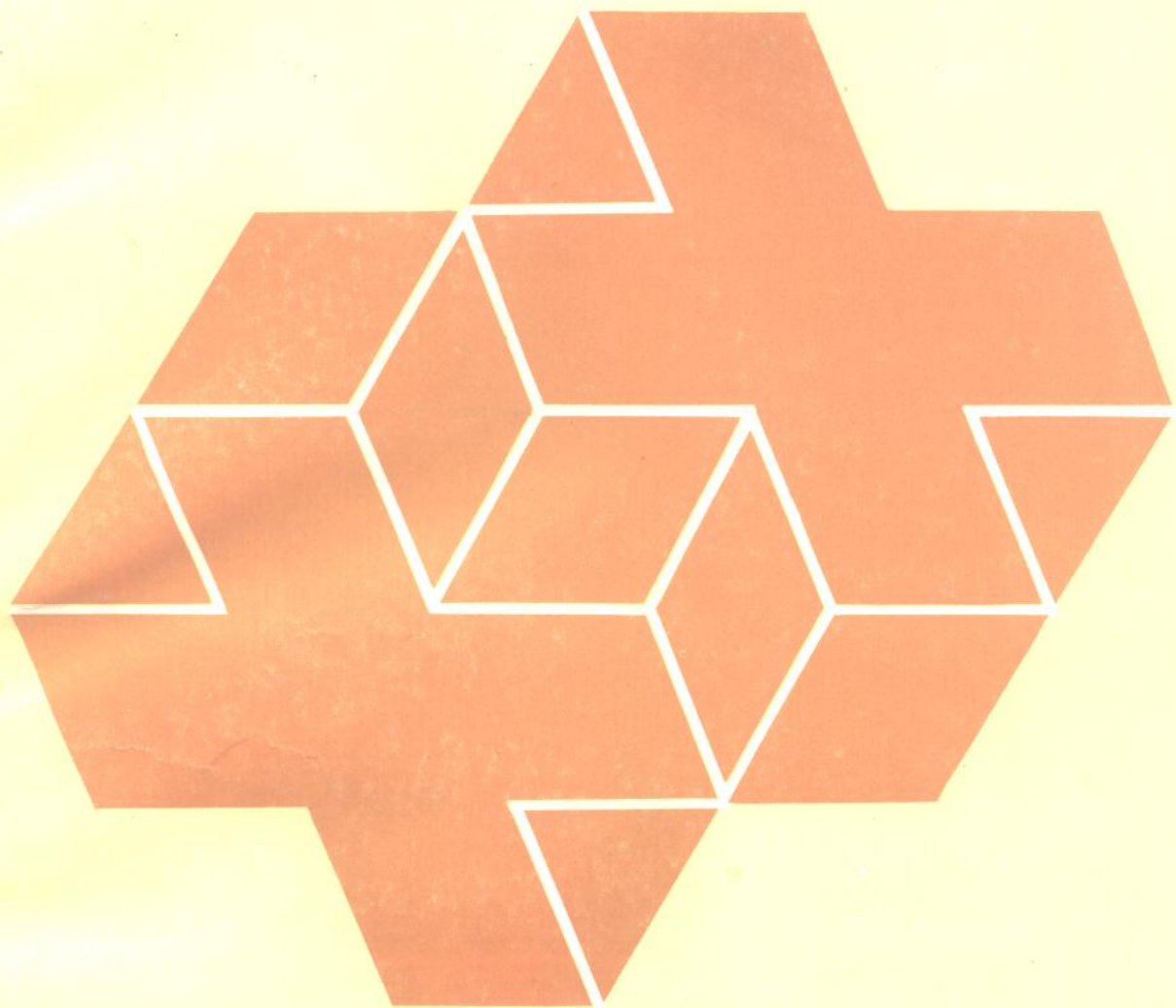




医用计算机基础

徐礼维 王乃康 张沪森 范逢曦等 编著

R
/1

电子工业出版社

399:R
K21V/1

医用计算机基础

主 编 徐礼维 王乃康
副主编 张沪森 范逢曦 赵家璧 王忠仁
编 委 杨中才 田斗胤 姚开麒 张之晨
王 诚 胡 涛 王海舜
主 审 张作生

电子工业出版社

019577

内 容 简 介

本书主要介绍 IBM-PC 机和 APPLE-II 机上的 BASIC 语言、IBM-PC 机上的 DOS 操作系统和 dBASE III 以及计算机在医学上的应用。本书突出了医学应用实例、编程技巧和实用技术,如链接、DOS 操作方法、程序和数据的加密和解密、dBASE III 与 BASIC 语言的接口等,并附有医院管理和医学统计等应用程序。

本书内容由浅入深,由易到难。除可供各类医学院校作教材外,还可供广大医务人员参考,对从事其他专业的工作者也有一定的参考价值。

J5357/28

医用计算机基础

徐礼维 王乃康 主编

责任编辑 史明生

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社总发行 各地新华书店经营

北京顺义李史山胶印厂制版印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 24.5 字数: 596.2 千字

1990 年 8 月第一版 1990 年 8 月第一次印刷

印数: 0001-10,100 册 定价: 8.90 元

书号: ISBN7-5053-1057-7/TP·174

序

电子计算机在基础医学、临床医学和预防医学诸领域都获得了广泛的应用,在医学的基础研究、医学统计、临床诊断乃至医院管理等方面计算机正扮演着重要的角色,计算机越来越深入地渗透和应用于医学各个领域,是现代科学技术发展的必然趋势。

不论是医学研究、教学单位或是医院,其现代化的水平在某种程度上决定于电子计算机应用的广度和深度,因而医学院校普遍开设计算机课程势在必行。

《医用计算机基础》正是一本为适应教育现代化的要求而编写的教材。

本书内容比较丰富全面,取材合理适当。在内容编排上由浅入深、循序渐进,适宜于各类医学院校,根据学习对象、学时数和专业特点等实际情况选择部份内容作为教材,又为广大医务工作者学习和应用计算机提供了较好的参考书。

本书的特点在于突出了计算机在医学领域的应用,理论密切联系于实际。由于本书作者都是多年从事这方面科研和教学的专家、教授,具有比较丰富的实际经验,因而本书结合课程的内容编入了相当多的医学应用实例,尤其突出了在医学统计、辅助诊断、医院管理方面的应用。这几方面的应用正反映了当前国内医学单位在计算机应用方面的主流,它不仅有助于医学院校学生加深对计算机知识的了解,而且具有明显的实用价值。

作为医用计算机的教材,本书具有一定的深度和广度,系统性和科学性也较强,并且立足于实用,如本书介绍的计算机在医学中的应用方法、编程技巧、程序的链接和调试技术,以及常用的各种 DOS 命令等都着重于实用角度,这对应用和熟练使用计算机都很有好处。

愿此书为医学教育和计算机在医学领域中的深入应用做出贡献。

中国科学技术大学生物医学工程跨系委员会主任

张作生

于 1989, 12, 19

前 言

近年来,电子计算机在医学各个领域里,正获得越来越深入和广泛的应用。相当一部分医疗卫生事业单位,已经使用了不同型号的计算机。这就要求各类医学院校的学生,都必须学习计算机知识。我们是为适应这种要求,编写了这本《医用计算机基础》,供各类医学院校开设计算机课程使用。

本教材除绪论外共分四篇。绪论部分介绍计算机的基本知识。第一篇 BASIC 语言,突出了医学应用的实例,介绍了编程技巧以及程序的链接和调试技术等。第二篇介绍 DOS 操作系统,要想对计算机有稍微深入的了解,就必须学点操作系统的知识。这部分除了介绍 PC DOS 和 CC DOS 的结构和引导过程外,还介绍了常用的各种 DOS 命令,这对进一步熟练地使用计算机很有用途。第三篇 dBASE III 数据库,介绍了库文件的建立和修改、命令文件及编程技巧、加密和解密等。第四篇是计算机在医学中的应用,主要介绍计算机在医学中的应用方法、计算机在辅助诊断、医院管理和医学统计中的应用。其中有一些很有用的实例,如 dBASE III 与 BASIC 语言的接口技术等。

目前各医学院校和医疗卫生事业单位使用最多的是 IBM-PC 机和 APPLE 机,本书 BASIC 语言部分以 IBM-PC 机为基础,同时兼顾 APPLE 机,其中数据文件和汉字部分分别叙述。其余部分只适用于 IBM-PC 机。不过 dBASE III 中的大部分操作和命令也适用于 APPLE 机上的 dBASE II。

本书内容较为丰富,各院校使用时,可根据学生对象、学时多少和专业特点,选用不同内容。

本书除可供各类医学院校中医疗、卫生管理、药学、中医、中药等各专业使用外,还可供广大医务工作者学习计算机课程用。由于本书有不少实用技巧,所以对其他各专业人员,亦有参考价值。

中国科学技术大学张作生教授在百忙中审阅了本书全部内容,并提出了许多宝贵的意见。编著者在此谨致以衷心的感谢。

由于编著者水平有限,加之时间仓促,缺点和不妥之处在所难免,恳请读者批评指出,以便再版时更正。

编著者

1989.12.10

目 录

绪论.....	(1)
0-1 电子计算机概述	(1)
0-2 计算机中数的表示和运算	(4)
0-3 电子计算机系统组成	(15)

第一篇 BASIC 语言

第一章 BASIC 语言的基本知识	(29)
1-1 BASIC 程序的构成和基本符号	(29)
1-2 常量、变量、函数和表达式	(30)
1-3 程序框图	(35)
第二章 输入输出语句	(38)
2-1 计算赋值语句(LET 语句)	(38)
2-2 计算打印语句(PRINT 和 LPRINT 语句).....	(39)
2-3 键盘输入语句(INPUT 语句)	(42)
2-4 成批赋值语句(READ / DATA 语句)	(43)
2-5 恢复数据区语句(RESTORE 语句)	(45)
2-6 自选打印格式语句(PRINT USING 语句).....	(46)
2-7 结束语句、暂停语句和注释语句	(48)
第三章 转向语句.....	(50)
3-1 无条件转向语句(GOTO 语句)	(50)
3-2 条件转向语句(IF-THEN 语句).....	(51)
3-3 多路转向语句(ON-GOTO 语句)	(58)
第四章 循环语句.....	(61)
4-1 循环语句(FOR-NEXT 语句).....	(61)
4-2 多重循环语句	(67)
4-3 条件循环语句(WHILE-WEND 语句)	(72)
第五章 下标变量和数组	(75)
5-1 下标变量和数组	(75)
5-2 数组说明语句(DIM 语句)	(76)
5-3 数组的应用	(77)
第六章 函数和子程序	(90)
6-1 随机函数	(90)
6-2 自定义函数	(92)
6-3 字符串函数	(94)

6-4 子程序	(98)
第七章 文件	(103)
7-1 文件的基本概念	(103)
7-2 源程序文件的存取	(105)
7-3 顺序文件	(106)
7-4 随机文件	(112)
7-5 APPLE 机上的数据文件	(119)
第八章 程序设计与链接、调试技术	(129)
8-1 结构化程序设计	(129)
8-2 程序的拼装和链接	(132)
8-3 程序的调试和错误处理	(136)
8-4 提高程序执行效率	(140)
第九章 汉字系统简介	(141)
9-1 汉字系统概况	(141)
9-2 汉字系统的基本操作	(143)
9-3 汉字 BASIC 应用实例	(147)
9-4 APPLE 机上的 STC 软汉字系统	(150)

第二篇 磁盘操作系统

第十章 PCDOS 和 CCDOS	(153)
10-1 DOS 简介	(153)
10-2 批处理文件	(154)
10-3 配置文件 CONFIG.SYS	(158)
10-4 PCDOS 的引导过程	(160)
10-5 CCDOS 的引导过程	(160)
第十一章 DOS 命令	(163)
11-1 DOS 命令简介	(163)
11-2 对文件目录操作命令	(164)
11-3 对文件操作的命令	(167)
11-4 对磁盘操作的命令	(169)
11-5 硬盘操作命令	(170)
11-6 EDLIN 程序	(172)

第三篇 dBASEⅢ数据库

第十二章 dBASEⅢ的基本知识	(175)
12-1 dBASEⅢ的运行环境及启动操作	(175)
12-2 dBASEⅢ的专用术语	(176)
12-3 dBASEⅢ文件类型及技术参数	(177)
第十三章 数据库文件的建立与修改	(181)

13-1	建立数据库文件	(181)
13-2	数据输入和输出	(182)
13-3	记录定位、修改和删除	(185)
13-4	数据库文件的间接产生	(190)
13-5	排序、索引和查找	(193)
13-6	文件操作命令	(195)
第十四章	变量、函数与统计	(197)
14-1	变量与函数	(197)
14-2	统计命令	(203)
14-3	报表命令	(205)
第十五章	命令文件	(209)
15-1	命令文件的建立	(209)
15-2	设置状态参数	(211)
15-3	输入、输出、中止和注释命令	(212)
15-4	条件命令与选择命令	(218)
15-5	循环命令	(223)
15-6	过程与子程序	(224)
第十六章	数据交换与编程技巧	(230)
16-1	工作区的选择	(230)
16-2	数据库文件的连接	(231)
16-3	数据交换	(232)
16-4	编程实用技巧	(236)
16-5	程序综合设计	(243)
16-6	dBASE II和dBASE III的转换	(255)
第十七章	加密和解密	(260)
17-1	数据和程序的加密	(260)
17-2	数据和程序的解密	(264)

第四篇 计算机在医学中的应用

第十八章	计算机医学应用方法和过程概述	(267)
18-1	数学模型	(267)
18-2	算法	(271)
第十九章	计算机在医院信息管理中的应用	(274)
19-1	医院管理系统总体简介	(274)
19-2	门诊病人管理模块	(275)
19-3	其他功能模块	(286)
19-4	系统的运行	(288)
第二十章	计算机在医学辅助诊断中的应用	(290)
20-1	引言	(290)

20-2	逻辑判断法	(291)
20-3	序贯诊断法	(295)
20-4	概率方法	(296)
20-5	模糊数学方法	(300)
20-6	模糊聚类分析方法	(303)
20-7	专家系统	(309)
第二十一章 计算机在医学统计中的应用		(311)
21-1	t 检验通用程序	(311)
21-2	单因素方差分析程序	(315)
21-3	卡方检验程序	(323)
21-4	急性心肌梗塞近期预后的计算机多元分析	(328)
附录一	IBM-PC 机操作指导	(352)
附录二	APPLE II 机操作指导	(359)
附录三	汉字 WORDSTAR 使用简介	(365)
附录四	BASIC 出错信息	(373)
附录五	DOS 出错信息	(376)
附录六	按功能分类的 dBASE III 命令	(379)

绪 论

0-1 电子计算机概述

一、电子计算机的发展简史及发展趋势

人类在认识自然、改造自然的过程中,曾经创造过各种各样的计算工具。我国早在春秋战国时代(公元前 770 年至公元前 221 年)已有算筹,唐末出现了算盘。1654 年,英国人奥托里(Oughtred)制造出第一把计算尺;1642 年,法国数学家帕斯卡(Blaise Pascal)发明了手摇加减法计算机。以后又曾有很多科学家创造和改进了各种计算工具和器械。随着科学的迅猛发展,在本世纪四十年代,出现了计算速度快,精确度高,能按程序的规定自动进行计算的电子计算机。1943-1946 年,美国宾夕法尼亚大学 J·埃克特(J·Presper Eckert)和 J·毛希利(John Mauchly)领导研制的“ENIAC”(Electronic Numerical Integrator and Calculator)被公认为世界第一台数字电子计算机,ENIAC 共用了一万八千多只电子管,重量达一百三十吨,占地一百七十平方米,每小时耗电 140 度,真可谓“庞然大物”,但其每秒才只能作五千次加法运算,且稳定性差,程序(全部要用的指令)还没有存在存储器中。尽管如此,但它终究宣布了一个新事物的诞生,被誉为是新的工业革命的开始。

1946 年 6 月,美国数学家冯·诺依曼(Von Neumann)在一篇报告中提出一个程序存储电子计算机方案,奠定了现代计算机的结构理论基础。这个方案确定了后来的计算机的几个基本部件:输入器、运算器、存储器、控制器和输出器,而且将指令也和数据一样存放在存储器中,并可以象数据那样加以处理。一直到现在,计算机还没有突破冯·诺依曼结构的框框。

迄今为止,电子计算机随着其所采取的电子器件的变化,已经历了四代演变:

第一代:1946-1957,电子管计算机,以科学计算为主,体积庞大,价格昂贵,使用不普遍。

第二代:1958-1964,晶体管计算机,体积缩小,可靠性提高,运算速度最高可达每秒百万次。

第三代:1965-1971,集成电路计算机,这个时期计算机所采用的电子元件主要是中小规模的集成电路,这代计算机的可靠性、速度进一步提高,体积进一步缩小,成本也进一步降低。

第四代:1970—,超大规模集成电路计算机,超大规模集成电路的出现,使计算机发生了巨大的变化,以致可以把一个小型计算机的运算控制器等部件制作在一个集成电路芯片上,从而出现了微处理器,甚至出现了单片计算机——在一个芯片上制作了一个小型计算机的所有部件。这不但使计算机的体积大大缩小,可靠性大大提高,而且成本大大降低,应用范围得到空前的扩大,微型机和巨型机成为两个发展方向。微型计算机的出

现和普及具有划时代的意义，在此以前，计算机大多用来进行科学研究和工程设计中的计算和数据处理，只有在微型机出现以后，计算机应用范围才扩展到人们生产、生活的各个部门，各个角落。

随着计算机运算控制部件所用电子器件的换代发展，计算机的存储设备，输入输出设备也纷纷更新换代；计算机的软件也日益完善，得以相应地发展；计算机的应用领域也不断扩大，走出了科学家、工程师的高阁进入到工厂、银行、商店、办公室、学校、医院等各行各业中去。

日本首先提出，第五代计算机将是“智能计算机”，并投入了相当多的人力、财力进行研制。可以肯定，下一代计算机将在结构、软件基础理论和应用领域上产生重大的突破，而不会是仅仅由于所用物理器件的更迭而来的换代。

中国计算机工业从1956年开始起步，1958年试制出第一台电子管数字计算机；1965年试制出第一台晶体管计算机；1972年试制成功第一台集成电路计算机。现在我国不但可以系列地生产大、中、小型集成电路计算机，还能制作巨型机和成批生产微型机。奋起直追，不久的将来，我国计算机在研制、生产和应用各个方面都将跻身于世界先进国家行列。

二、电子计算机的分类和应用

前面已经讲过，计算机可分为机械计算机和电子计算机，由于电子计算机的迅速发展和普及，机械计算机已逐步被淘汰。电子计算机又可分为模拟电子计算机和数字电子计算机两类。模拟电子计算机中参与计算的是连续的电压或电流；数字电子计算机输入、输出和处理的量都是离散的物理量，它们所代表的是数字。模拟电子计算机的精度较差，应用面窄，现已逐步被数字电子计算机代替。所以现在人们说“计算机”，一般就是指数字电子计算机。

电子数字计算机从其运算速度、存储容量、以及体积上来分类，可分为：微型、小型、中型、大型、巨型、超巨型。若从应用角度上来分类，可分为：用于数值计算的计算机，数据处理计算机，控制用计算机等。当然还可以分成通用机和专用机，智能机和非智能机等等。

计算机按其名称来定义是用来进行计算的机器，计算机做为计算机器与其它的计算工具和器械相比具有计算速度快、计算精确、自动化程度高的特点。它所以能具有这些特点主要应归结为它具有数据存储和程序存储的能力。随着计算机本身所用器件的不断进步，软件技术的不断改善，尤其是微型计算机出现以后计算机的应用范围不断拓宽，现代计算机已不再仅仅是计算的机器，而成为一种通用的解决问题、改造世界的工具，被人们普遍地用在科研、生产以及生活的各个方面。

1. 数值计算

在现代科学技术中有大量复杂的数值计算，如力学、数学、物理、化学等基础学科的研究，飞行器、卫星、汽车、公路、铁路、桥梁等的设计中都有大量的计算，用计算机来进行这些计算可以节省大量的人力、物力和时间。

2. 数据处理

用计算机对数据进行采集、整理和分析，加工成所要求的数据形式，称为数据处理，

如会计、统计、资料管理、试验数据整理等工作都叫做数据处理。数据处理的特点是原始数据量大,但运算并不复杂。用计算机进行数据处理,可以提高效率,节省人力和时间。

3. 过程控制

利用计算机实现生产过程的实时控制,不仅可以提高自动化水平,提高产品质量和劳动生产率,而且还能降低劳动强度和产品成本。因此,近年来它在交通、机械、冶金、石油化工、电力、建筑等各工业部门都得到了广泛的应用。

三、电子计算机在医学领域中的应用

电子计算机六十年代开始进入医学领域,随着微型机的出现和普及,现在它正以惊人的速度在医疗卫生的各个部门普及开来,从临床医学、基础医学到预防医学,从医疗、科研、教学、医学情报检索到医院管理工作,都开始在使用计算机,这大大提高了现代化医院医疗和管理的工作效率,给临床诊断带来了划时代的变革,下面就电子计算机在医学领域中几个大方面的应用作一概述。

1. 医学数据处理

医学研究和临床实践中存在着大量实验数据,需要根据不同的使用目的进行归纳、整理、分类、统计、分析和判断,用计算机完成上述数据处理,不仅能节约人力,提高工作效率,而且可以提高医疗水平。如电子计算机一小时可以分析 120 张心电图,并直接打印出结果,诊断符合率达 80%。这与心脏专家分析符合率相似。这对于人口众多的我国,开展大规模心电图普查很有意义。

2. 医学图象识别

计算机不但会计算,而且能象医生一样看 X 线片,看显微镜,乃至将来直接听取病人的主诉,实现人机对话。这就是说计算机具有图象识别的功能。

医学最早出现的图象识别是波形识别,如心电图、脑电图、脉象图等。二维和三维图象的识别较之波形识别复杂得多,有人用统计学方法,有人用逻辑方法,也有人用语言方法对其进行识别分析。我国应用计算机开始图象识别研究的有脉象图的识别、血细胞的自动识别、染色体的自动识别等。

在此特别应该指出的是电子计算机与 X 线技术结合的医用图象处理机,又称 CT,这是英文 Computer Tomography 两个字的简称。它可以显示出人体某一部位的横断面,使医生看到普通 X 射线技术无法看到的部位,从而发现微小的病变。CT 的开发是医学影像学巨大突破。

3. 医学仪器的自动控制

随着现代医学的发展,对检验工作的要求愈来愈高,必须做到迅速、准确、微量。这样仅依靠检验工作者的熟练技术、手工操作和肉眼观察就很难办到了,而且也影响检验结果的准确性。

临床生化分析仪是最早与电子计算机相结合的临床检验仪器之一。SMAC 自动化分析仪每小时可测 150 份标本,每个标本同时测定 20 个血液项目,包括钾、钠、氯、总蛋白、二氧化碳、尿素氮、磷、碱性磷酸酶、谷-草转氨酶、谷-丙转氨酶、血清淀粉酶、总胆红素、尿酸、胆固醇、乳酸脱氢酶、肌酐、总氮、氨、BSP、免疫球蛋白、转移因子、澳抗、胰岛素放射免疫测定等。

在计算机控制下,可以按预先编写程序,在一个仪器系统中,顺序进行一系列自动选择的有关生化项目的检验,以达到鉴别诊断的目的。为临床医生提供病人生化分析的综合性情报,使生化分析从单元分析发展到多元分析,显著提高了疾病诊断水平。

4. 计量诊断

电子计算机代替医生看病已经不是科学幻想,自六十年代初,计算机辅助诊断问世到今已有 20 年的历史。只要把病情、体征和各种检查结果告诉给装有特定程序的计算机,它就象一位有经验的医生一样帮助考虑还需要增做什么检查治疗措施?甚至连药方和费用结账都一并代劳。

据报道,对急腹症、慢性肝炎、黄疸、小脑部肿瘤、肾病生存期预测等方面,已有人开始应用了计量诊断,但是很多疾病的演变规律很难系统定量地总结,又加上人们传统就医观念的影响,计量诊断的实用和普及大概还有很长的路要走。

5. 医院管理

(1)辅助挂号

病人到挂号室只需把自己的挂号卡放入电子计算机内,计算机就根据病人挂号卡片上小孔的不同位置,自动找出病人的病历,并通过自动传送带,把病历送到医生那里,并且帮助存储病历资料。

(2)辅助医生问诊

电子计算机通过屏幕询问病人姓名、年龄、性别、病历号、症状。病人作了回答后,计算机便立即传出建议病人进一步所需作的检查、化验,还可以根据治疗后的症状、体征,对病人作出预后处理。

(3)辅助药房管理

计算机能够帮助医院药房及时报告药物库存情况,当某些药物快过期或快用完时,它可及时提醒工作人员,并帮助经验不太多的药药师配制药剂。

6. 医学教学

国外医学院校应用计算机进行教学管理已有多数,我国近年来也已着手计算机辅助教学(CAL)研究工作。在这种教学过程中,学生和计算机之间保持连续的“实时”对话。同时,学生还可以对计算机和中存储的各种资料进行查询和检索。学生完全可以离开教室,只要坐在一台计算机终端前,把自己的要求通过终端传至中央处理机,中央处理机立即把必要的信息显示在学生前面的电视屏幕上。根据程序的安排,计算机还可以担任病人的角色,要求学生诊断和治疗。计算机还可以给学生出考题,根据回答水平给以评分。计算机还可以控制电影、幻灯、录音和录像等设备来配合教学,如讲到心脏听诊,学生就可以听到心音的录音;讲到眼底,便显示出眼底组织的显微照片。

计算机用于医学教学是一个极为广阔的天地,如果计算机在医学教育中得到普遍使用,将会对医学教育产生重大影响。

0-2 计算机中数的表示和运算

数字电子计算机处理的对象是数字和那些用数字编码表示的信息。本节将介绍数字的各种进位制的表示法及它们之间的转换,最后简略介绍一下几种常用的编码方法。

一、计算机中的计数方法

1. 各种进位制

数制实际上就是记数法，人类最常用的数制是十进制，计算机内部运算采用的是二进制，在使用计算机时还可能遇到八进制，十六进制，二十进制。下面分别给以介绍。

(1) 十进制

十进制有十个基本数码：0,1,2,3,4,5,6,7,8,9。它采用“逢十进一”进位法则。数码处在不同的位置上有不同的意义。

例如：5627.36

中虽然有两个“6”的数码，但左边的“6”表示的是 6×10^2 ，右边的“6”表示的是 6×10^{-2} 。也就是说，该数可写成下面形式：

$$5627.36 = 5 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

对于任意包括 n 位整数 m 位小数的十进制数 N ，其通用表示式为

$$N = \pm [K_{n-1} \cdot 10^{n-1} + K_{n-2} \cdot 10^{n-2} + \cdots + K_0 \cdot 10^0 \\ + K_{-1} \cdot 10^{-1} + \cdots + K_{-m} \cdot 10^{-m}]$$

或缩写成

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} [K_i \cdot 10^i] \quad K \in \{0,1,2,\cdots,9\}$$

式中 m, n 均为非负整数，方括号里 10 是十进制的基数。所谓基数，就是计数制中基本数码的个数。使用时，将 10^i 前面的系数 K_i 排列成下面的形式：

$$N = \pm K_{n-1} K_{n-2} \cdots K_0 K_{-1} \cdots K_{-m}$$

(2) 二进制

二进制以 2 为基数，它只有两个基本数码 0 和 1，其进位法则是“逢二进一”。二进制中“10”表示二个“1”，即十进制中的 2。依此类推，“11”是 3，“100”是 4，表 0-1 列出一些最简单的十进制数所对应的二进制表示法。

表 0-1											
十进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
二进制	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010

同样，任意一个包括 n 位整数 m 位小数的二进制数，也可表示为下列形式：

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} [K_i \cdot 2^i] \quad K \in \{0,1\}$$

$$\text{例如：}(1011.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (11.25)_{10}$$

由这个例子可以看出，二进制数 1011.01 表示的数量等于十进制的 11.25。为了区分不同的数制，在数的右下脚应加一个下标，注明其进制。但十进制数或其它一看自明的数制的数，下标一般可省略。

(3) 八进制

八进制基数是 8，它有 0,1,2,3,4,5,6,7 八个基本数码符号，采取“逢八进一”的进位法

则。在八进制中的 $(314)_8$ 就表示:

$$(314)_8 = 3 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 4 \times 8^0 = (204)_{10}$$

即八进制中的 314 就是十进制的 204。

八进制与二进制转换容易, 因此在使用计算机时也常用到。

(4) 十六进制

基数为 16 时的进位制。此时每一位都有十六种状态, 其中 0~9 借用十进制的字符, 9 以上的 10~15 这六个数要用六个符号来表示, 现在通用两种表示法, 一种用英文字母 A,B,C,D,E,F 表示, 一种用 $\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}, \bar{3}, \bar{4}, \bar{5}$ 表示。十进制数与十六进制数的对照表如表 0-2。

表 0-2

十进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
十六进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$										

在编制单板机上使用的计算机程序时, 通常用十六进制书写数据的地址码, 码后用 H 注明, 如: $(6AE)_{16}$ 可写成 6AEH。

2. 二进制的算术运算

二进制的四则运算也象十进制的四则运算那样来进行, 只需注意“逢二进一”、“借一当二”的原则。

加法规则:

$$0+0=0 \quad 0+1=1 \quad 1+0=1 \quad 1+1=10$$

例 1: $1010+1011=10101$

$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 1011 \\ \hline 10101 \end{array}$$

例 2: $101.1+11.11=1001.01$

$$\begin{array}{r} 101.1 \\ + 11.11 \\ \hline 1001.01 \end{array}$$

减法规则:

$$0-0=0 \quad 1-0=1 \quad 1-1=0 \quad 10-1=1$$

例 3: $1010-110=100$

$$\begin{array}{r} 1010 \\ - 110 \\ \hline 100 \end{array}$$

例 4: $111.0-101.1=1.1$

$$\begin{array}{r} 111.0 \\ - 101.1 \\ \hline 1.1 \end{array}$$

二进制数的乘法和除法运算和十进制数的乘法和除法几乎完全一样。

乘法规则:

$$0 \times 0=0 \quad 0 \times 1=0 \quad 1 \times 0=0 \quad 1 \times 1=1$$

例 5: $10.11 \times 10=101.10$

$$\begin{array}{r} 10.11 \\ \times 10 \\ \hline 0000 \\ 1011 \\ \hline 101.10 \end{array}$$

例 6: $1101 \times 1011=10001111$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ \times 1011 \\ \hline 1101 \\ 1101 \\ 0000 \\ 1101 \\ \hline 10001111 \end{array}$$

除法规则:

$$\begin{array}{l} 0+1=0 \\ \text{例 7: } 1010 \div 101 = 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 101 \overline{) 1010} \\ \underline{101} \\ 0 \end{array}$$

$$1 \div 1 = 1$$

$$\text{例 8: } 0.01001 \div 0.11 = 0.011$$

$$\begin{array}{r} 0.011 \\ 11 \overline{) 1.001} \\ \underline{11} \\ 0 \end{array}$$

如除不尽,可用“零舍一入”法化整。

$$\text{例 9: } 1 \div 11 \approx 0.011 \text{ (要求精确到第三位小数)}$$

$$\begin{array}{r} 0.0101 \\ 11 \overline{) 1.00} \\ \underline{11} \\ 100 \\ \underline{11} \\ 1 \end{array}$$

从上面例子中我们还可以看出,乘法可归结为左移位和相加;除法归结为右移位和相减。

3. 二进制代码的逻辑运算

前面已经讲过,计算机不仅可以进行算术运算,还可进行逻辑关系的判断和推理。随着计算机在事务处理,数据分析方面的应用越来越广泛,非数值运算的逻辑推理和判断对计算机科学起着越来越重要的作用。

逻辑代数又称布尔 (Boole) 代数,它与普通代数不同:它只允许逻辑变量取两个值:1 和 0。这两个值分别表示对立的两种状态或两个事物,如:真与假,有与无,通与断,是与非,肯定与否定,男和女,生与死,疾病的治愈与恶化等。显然,计算机通过对 1 和 0 的处理,就可进行各种逻辑判断和推理了。

在逻辑学中,逻辑命题是一个基本概念,所谓逻辑命题即为一有意义的语句;其内容可能正确,也可能错误。但一个命题不可能既正确又错误。为了对命题进行运算,我们用一大写英文字母来表示一个命题,且规定:

命题内容正确时,该命题之值为 1;

命题内容错误时,该命题之值为 0。

例如:命题 A: 华佗是中国古代名医。

命题正确: $A=1$

命题 B: “本草纲目”是本著名侦探小说。

命题错误: $B=0$

命题 C: 巴甫洛夫生在中国。

命题错误: $C=0$

命题 D: 第一台数字电子计算机发明于本世纪四十年代。

命题正确: $D=1$

在逻辑命题中,只包括一个简单的,完整意思的句子叫简单命题,以上几个都是简单命题。当需要更为复杂逻辑关系时,我们用逻辑“与”、“或”、“非”将简单命题连在一起构成

复杂命题。

构成复杂命题的“与”、“或”、“非”同时也是三种最基本、最常用的逻辑运算。

(1) 逻辑相加

逻辑相加又称“逻辑或”，运算符号为“ $\vee$ ”，读“或”。运算法则如下：

$$1\vee 1=1 \quad 0\vee 1=1 \quad 1\vee 0=1 \quad 0\vee 0=0$$

若我们设 A、B 为二简单命题，则 $A\vee B$ 便为复杂命题，结合运算法则，就有：

若 A 和 B 都为真 $A\vee B=1$ A 为真 B 为假 $A\vee B=1$

A 为假 B 为假 $A\vee B=1$ A 和 B 都为假 $A\vee B=0$

可见，当两个命题进行“或”运算，只要有一命题为真，运算结果便为真，只有二命题皆为假时，运算结果才为假。

(2) 逻辑相乘

逻辑相乘又称“逻辑与”，用符号“ $\wedge$ ”表示，读“与”。运算法则如下：

$$1\wedge 1=1 \quad 0\wedge 1=0 \quad 1\wedge 0=0 \quad 0\wedge 0=0$$

同“或”一样， $A\wedge B$ 也是一个复杂命题。

若 A 与 B 皆为真，则 $A\wedge B=1$ A 与 B 有一为假，则 $A\wedge B=0$

A 与 B 都为假，则 $A\wedge B=0$

(3) 逻辑否定

逻辑否定又称“逻辑非”，运算符号为“ $\neg$ ”，读“非”，运算法则如下：

$$\bar{1}=0 \quad \bar{0}=1$$

从这三种逻辑运算可以引出些更复杂的逻辑运算，它们也和代数运算一样，有一整套的定理和法则，这里就不多讲了。利用逻辑运算法则，可以表示和推演很多生活和工作中的逻辑关系。

例 1：根据“新生儿肺炎诊断标准”，若新生儿出现“鼻扇、三凹症、湿罗音，X 线肺纹改变”等症状中任意两项，即可诊断为“新生儿肺炎”。试用逻辑表达式来表示上述逻辑关系。

设命题如下：

A：有鼻扇症状 B：有三凹症 C：有湿性罗音

D：X 线肺纹改变 E：新生儿肺炎

分析题意，有下述等式存在：

$$A\wedge B=E \quad A\wedge C=E \quad A\wedge D=E$$

$$B\wedge C=E \quad B\wedge D=E \quad C\wedge D=E$$

将这些等式连在一起，则有如下表达式：

$$(A\wedge B) \vee (A\wedge C) \vee (A\wedge D) \vee (B\wedge C) \vee (B\wedge D) \vee (C\wedge D) = E$$

4. 二进制的优点

在日常生活中，我们习惯于十进制计数制，所以感到二进制计数制不方便，例如十进制的 1023，在二进制里就成为 111111111 即

$$1023 = (111111111)_2$$

写起来很长，读起来也很费劲。那么，为什么计算机要用这种计数制呢？一般来说，它有以下优点：