

TP39

4734

计 算 机 普 及 丛 书

计 算 机 应 用

胡 谋 陶树平 编

中 国 铁 道 出 版 社

1993 年 · 北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是计算机普及丛书的一个分册,书中除了详细地介绍计算机在科学计算、过程控制及信息管理这些传统领域应用外,还对办公自动化、计算机辅助设计与制造、计算机辅助测试、计算机辅助教学、系统仿真、人工智能等领域作了全面介绍。并对各领域应用技术的新发展作了一定的探讨。

为了使读者通过阅读本书能够提高应用计算机解决实际问题的能力,本书不仅阐述了各应用领域中的基本原理、设计方法,还给出了具体应用实例。全书系统完整,各章相对独立,读者亦可选择其中感兴趣的部分阅读。

本书内容新颖全面,通俗易懂,便于自学,可供具有大专文化水平的科技人员、管理人员学习,亦可作大专计算机软件、应用等专业的教材和参考书。

计算机普及丛书

计算机应用

胡 谋 陶树平 编

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 黄成士 封面设计 王毓平

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:12 字数:280 千

1993 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:1—4000 册

ISBN7-113-01355-4/TP·135 定价:7.70 元

前 言

为适应我国社会主义四化建设的需要,并满足已初步掌握计算机基础知识的广大科技、管理人员扩充新知识和提高业务水平要求,我们组织编写这套计算机普及丛书。计划编写《计算机体系结构》、《软件基础》、《计算机应用》等。

目前,各出版社及高等院校已出版了一些各具特色的、不同层次的计算机类书籍,收到了从普及到提高的效果。随着科学技术的发展,有些已出版的图书,在技术上或者在应用方面已不适应发展的需要。电子计算机的外文书籍及杂志资料又浩如烟海,广大读者无法系统阅读。因此希望有一套技术先进、分量适当的系列书,便于自学或参考。为此我们组织编写了这套丛书。

本书为丛书的第三册,是学习电子计算机应用的入门书,也是全面系统地介绍计算机应用技术的普及读物。全书共分九章。第一章介绍计算机应用的概况。第二章介绍计算机在科学计算方面的应用。第三章介绍办公自动化与管理信息系统。第四章介绍计算机情报检索。第五章介绍计算机过程控制。第六章介绍计算机辅助设计。第七章介绍计算机在教育方面的应用。第八章介绍计算机仿真。第九章介绍人工智能。

本书第一、三、五、六、七、八章由胡谋编写,第二、四、九章由陶树平编写。

由于编者水平有限,不当之处请广大读者指正。

编 者

1991年12月于上海铁道学院

目 录

第一章 计算机应用概述	1
第二章 科学计算	7
第一节 引 言	7
第二节 线性方程组求解	14
第三节 数值积分	34
第四节 曲线拟合	46
第五节 程序库和软件包的使用	62
第三章 办公自动化与管理信息系统	67
第一节 办公自动化概述	67
第二节 办公自动化系统的功能及组成	70
第三节 办公自动化系统的若干支持技术	77
第四节 办公自动化软件	97
第五节 管理信息系统	115
第四章 计算机情报检索	126
第一节 引 言	126
第二节 情报的存贮	131
第三节 情报的检索	141
第四节 计算机情报检索系统应用实例	152
第五章 计算机过程控制	158
第一节 引 言	158
第二节 计算机控制系统的组成	166
第三节 控制系统的软件	178
第四节 控制规律与控制算法	190
第五节 抗干扰及容错技术	200

第六节 一个微机控制系统实例·····	208
第六章 计算机辅助设计·····	213
第一节 引 言·····	213
第二节 计算机辅助设计系统的组成·····	218
第三节 图形交互系统·····	231
第四节 CAD 数据库 ·····	243
第五节 计算机辅助设计的若干应用·····	247
第七章 计算机教育·····	267
第一节 引 言·····	267
第二节 计算机管理教学·····	271
第三节 计算机辅助教学的特点与分类·····	274
第四节 计算机辅助教学系统的结构与设计·····	284
第八章 计算机仿真·····	300
第一节 引 言·····	300
第二节 系统建模·····	306
第三节 仿真程序设计·····	313
第九章 人工智能·····	323
第一节 引 言·····	323
第二节 知识的表示·····	326
第三节 知识的获取·····	340
第四节 知识的利用·····	346
第五节 人工智能程序设计语言·····	372

第一章 计算机应用概述

一、计算机应用的特点

计算机是一种自动化的信息处理系统。如果说显微镜、望远镜和雷达是人眼睛功能的延长;电话是人耳朵功能的延长;各种机床、机械工具是人手功能的延长;那末计算机则是人脑功能的延长。因此,计算机可以有条件地代替人的一部分脑力劳动。由于计算机的这种功能,使它日益广泛地应用于国民经济的各个部门,社会生活的各个方面。计算机的应用使人类的生产劳动、生活方式以至精神文化生活产生了极其深刻的变革。由于计算机的出现,现代社会正在向信息化社会发展。

上面所讲的计算机应用的广泛性是计算机应用的特点之一。计算机应用的另一个特点是它的复杂性。计算机发明以前的一切传统的机器,其使用比起计算机来都是比较简单的,只要学会了操作方法,反复练习,就能掌握。而计算机的应用除了掌握程序设计技术外,还要掌握每类应用特有的原理与规律。例如计算机辅助设计是计算机的一种应用,它涉及到的技术除了硬件配置、软件编制外,还有计算机图形学、人机交互技术、数据库等。

考虑到计算机应用的这两个特点,本书在内容安排上,尽量做到覆盖面广,以反映计算机应用的广泛性;而在叙述方法上尽量做到重点突出、讲清原理,以克服计算机应用的复杂性所造成的困难,使广大读者能对计算机应用有比较清晰的了

解。

二、国外计算机应用概况

从 1946 年计算机问世到 60 年代初,计算机主要应用于科学计算,计算机曾经是参加研制计算机的少数科学家和工程师手中的珍品。到了 60 年代初,计算机应用开始跨出了纯科学计算领域,并在其后的二十多年中迅速地发展到数据处理、信息处理、知识处理和实时控制。

国外计算机应用的发展大致可分为如下四个阶段(由于各个阶段的时间界线不是很分明,因此各阶段的起迄年份有重叠):

1. 第一阶段是从 1946 年到 1970 年。这一阶段的主要特点是应用主要为大型科学计算,由国家主持,以自然科学为对象,以军事航天为目标。发展的重点与应用领域主要有尖端武器,数值气象预报,半自动地面防空系统等。这些应用的主要用户是国家政府部门。据统计,在 60 年代初,计算机应用 300 种,到 60 年代末,计算机应用已发展到 2000 种。

2. 第二阶段是从 1955 年到 1980 年,这一阶段的主要特点是应用方向以信息管理为主,由企业主持,以管理科学为对象,以提高效率及国民总产值为目标。发展的重点及应用领域主要是对一个单位、公司、部门,使用计算机进行管理。在 70 年代,计算机应用已达 3000 种,其中商业处理和非数值应用发展很快。

3. 第三阶段是从 1970 年到 1990 年。这一阶段的主要特点是以社会为基础,由国民主持,以社会科学为对象,以提高国民总福利为目标。这一阶段发展的重点与应用领域为计算机用于解决各种社会问题,充分利用计算机网的信息资源,如城乡经济政治信息数据库,健康管理等。80 年代初应用已有

5000 种。

4. 第四阶段从 1980 年到 2000 年。这一阶段的主要特点是以个人应用为基础,由个人主持,以行为科学为对象,以满足国民总需要为目标。发展的重点与应用领域为计算机公用事业,最主要的是信息控制公用事业。预计家用计算机到 90 年代后期将如电话一样普及。

全世界的计算机装机台数增长很快。表 1.1 列出了全世界计算机台数的增长情况。

国外计算机应用愈来愈向系统化、网络化发展。从 70 年代初期应用项目中大多数已不是单机单项目的应用。70 年代中期有 30% 计算机联网,70 年代后期微型机局部网兴起,并形成当今计算机发展的一个重要方向。分布式处理系统、分布式控制系统是当前的另一个重要发展方向,在实验室自动化、生产过程控制中将获得广泛应用。

全世界计算机台数增长情况

(此表数字不计微型机)

表 1.1

年份 \ 国别	台 数				
	美 国	西 欧	日 本	其 它	合 计
1960	5500	1500	400	1600	9000
1970	6 万 5	2 万 1	6000	1 万 8	11 万
1978	20 万	11 万	4 万 5	9 万 5	45 万
1983	60 万	22 万 5	7 万	20 万 5	90 万
1988	70 万	45 万	14 万	46 万	175 万

三、国内计算机应用发展概况

我国的计算机事业创建于 1956 年,当时的应用领域主要

是科学计算与工程设计,以自然科学为对象,以大型工程和军事航天为目标。例如,紫金山天文台用 X-2 机进行我国第一颗人造卫星运行轨道的计算;卫星地面控制中心用 DJS-6、TQ-16 等国产计算机控制卫星发射与运行;导弹研制、发射和制导用计算机进行大量复杂的计算和数据实时处理;原子能反应堆设计计算、受控热核反应研究数值计算和实验数据处理。

70 年代开始,我国计算机应用领域逐步扩大,许多单位应用计算机取得了明显的经济效果。根据 80 年代中期的统计,计算机应用中,科学计算与工程设计约占 37.8%,数据处理约占 36.2%,实时控制与检测约占 26%。应用的例子有:国家计委计算中心和各省、市计算站,运用电子计算机系统对 1982 年全国人口普查的数百亿个数据进行处理,不到两年就全部完成。国家计委和统计局计算中心用计算机完成了人工难以完成的大量经济信息统计、分析、汇总、整理及制表工作,既快又好地完成全国工农业、基建、财贸、物价、劳资等月、季、年报;并用计算机编制国民经济计划及进行经济预测工作,为中央制订经济政策提供了依据。计算机在我国自然资源调查、地质普查中发挥了巨大作用。计算机汉字照像编辑排版系统对文化出版工作加速了现代化的过程。计算机中医辅助诊断使中小城镇能享受名中医的诊疗。农业灾害性天气预报、病虫害预测预报、良种选育等方面的计算机应用均已初见成效。

回顾我国计算机应用的发展,曾出现过两次较大的高潮。

第一次高潮出现在 70 年代初、中期。当时我国引进了国际上比较先进的小型机,并研制了国产 DJS-100 系列机。计算机的应用已进入国民经济和国防建设的许多领域,并开发了许多典型的应用系统。例如:企业管理系统、多用户教学系统、医疗诊断系统、图象图形信息处理系统、精密绘图系统、实时

控制系统、计算机辅助设计系统、计算机激光汉字编辑排版系统、计算机情报检索系统等。

第二个高潮出现在 80 年代中期。其主要特点是微型计算机应用的迅速发展。据统计,1978 年底,我国微型机的总数不足 500 台。但到了 1985 年,我国微型机装机量已达到十三万余台,占全世界的第九位。微型计算机已应用于过程控制、仪器仪表智能化、数据采集与处理、检测计量、小型事务处理、计算机辅助设计、企业管理、图象处理、声音识别、国防工程、医学辩证、工程设计、通信网络、科学计算等各个领域,成为各部门不可缺少的工具。

四、计算机应用的分类

按照各种计算机应用的不同特征,可以将成千上万种的计算机应用归纳成五大类。下面分别予以简要地介绍。

1. 科学计算(数值计算)

在近代科学研究和工程技术中有大量复杂的科学计算问题。如人造卫星轨迹的计算、水坝应力的计算、高层建筑结构力学分析中的数值计算、气象预报中描述大气运动规律的微分方程的求解等。这些问题计算过程复杂,用人工求解速度慢、性能差。而电子计算机高速精确的解题能力在这个领域可以得到充分的发挥。计算机在科学计算中的应用将在本书第二章介绍。

2. 信息处理

信息处理包括数据处理、事务处理、企业管理、情报检索等。这一类应用的特征是数据量很大,但计算过程比较简单,主要进行对信息的加工、合并、分类等工作。目前信息处理占计算机应用的比例很大。

本书第三章介绍的办公自动化与管理信息系统及第四章

介绍的情报检索属于这类应用。

3. 过程控制(实时控制)

过程控制是指将计算机应用于自动控制。这类应用的特征是实时性,即要及时采集检测数据,经过计算后及时对被控对象进行自动控制或自动调节。这方面的应用有计算机控制机床、宇宙飞行器的控制、核电站控制、化工厂控制等。本书将在第五章介绍这类应用。

4. 计算机辅助技术

计算机辅助技术包括计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助测试、计算机教育等。这类应用的特征是要综合利用电子计算机的计算、逻辑判断、信息处理的功能。并有很强的人机交互特性,即要由人和计算机相互合作,构成一个系统。

本书第六章将介绍计算机辅助设计,第七章介绍计算机教育,第八章介绍计算机仿真。

5. 人工智能(智能模拟)

人工智能是指用计算机来模拟人的智能。计算机在这方面的应用有模式识别、自然语言理解、专家系统、机器翻译、自动定理证明等。本书第九章将介绍计算机在人工智能方面的应用。

第二章 科学计算

第一节 引言

一、科学计算的一般步骤

所谓科学计算,就是使用电子计算机完成科学研究和工程技术领域中所提出的大量复杂的数值计算问题,它是电子计算机最早的应用领域。目前,从微观世界的揭示到宇宙空间的探索,从数学、物理等基础科学的研究到导弹、卫星等尖端设备的研制,以及在船舶设计、飞机制造、建筑设计、电路分析、地质探矿、天气预报等国民经济各个领域中的大量数值计算都可以用计算机来完成,从而不仅可以节省大量的人力物力,而且可以缩短设计周期、提高设计质量,或者可以为科学研究提供准确可靠的分析结果。因此,科学计算在科学研究和工农业生产的各个部门中正在发挥着极其重要的作用。

使用电子计算机解决科学计算问题一般要经历以下几个阶段:

(1) 构造数学模型。即对科学研究和工程技术中的实际问题进行分析和实验,尽可能真实地揭示量与量之间的数值关系,并用各种明确的数学公式或方程来描述,建立该实际问题的数学模型。

(2) 选择计算方法。即对各类数学问题,选择运算简单、计算迅速而且能保证精度要求的计算方法,确定计算步骤。

(3) 编制程序。即使用某种高级程序设计语言(如 BASIC、FORTRAN 等)编制能实现以上计算方法的程序。

(4) 上机计算。即进行程序调试并输入原始数据进行计算,获得结果。

(5) 结果分析。即对所得结果进行分析,确定其与实际问题是否相符,从而决定是否有必要修改程序、计算方法,甚至数学模型。因此,科学计算实际上往往是一个多次循环、逐步求精的过程。

二、算法及其评价

从以上解题步骤可以看出,对于一个科学计算问题,必须给出对解题过程准确而完整的描述,这种描述就是算法。严格地说,算法是一个有穷规则的集合,其中规则规定了一个解决某具体问题的运算序列,同时它还必须满足以下准则:

(1) 确定性。即算法的每一步必须有确切的定义,对每种情况所要执行的操作必须严格地和不含混地确定。

(2) 输入和输出。一个算法要有零个或多个输入数据,有一个或多个输出。

(3) 可行性。算法中所要执行的运算必须都是相当基本的,能够在计算机上实现。

(4) 有限性。算法在所有情况下都必须在有限步之内结束。

算法有多种描述的方式。例如,可以用日常语言、数学语言或程序设计语言来描述,也可以用流程图的方式直观地给出算法。用程序设计语言描述的算法称为程序。因此,程序实际上是算法的一种具体表现形式。

另外,上面所说的有限性,实际上还必须有一定的限度。因为如果你对某一问题提出了一个算法,但由于它需要大量的计算时间,尽管它是有限的,然而在自己的有生之年还无法看到这个问题的答案,那么这种有限也就失去了现实意义。因

此,对于一个科学计算问题,不仅要给出算法及其描述,而且要求给出好的算法。

评价一个算法性能好坏程度可以从静态和动态两个方面来考虑。典型的静态评价方法是看表示算法的程序的长度。在某种意义上,程序的长度可以衡量算法的简单程度和精致程度。程序较短而且正确性的证明也较短的算法是简单的;程序较短而正确性的证明比较长的算法是精致的。如果问题的规模不大,或者程序不经常运行,或者编制程序所花费的时间是重要的时候,用这种静态的方法来评价算法还是可取的。更重要的评价方法是动态评价方法,即要看程序在动态地执行时所花费的时间和占用的存储空间。其中尤为重要是执行时间。同一个算法的执行时间和占用空间是随着问题的规模而变化的。例如,对于线性方程组的求解算法,方程的个数就是问题的规模;对于矩阵运算,矩阵的行数和列数就是问题的规模。用问题规模的函数 $T(n)$ 表示的算法执行时间,称为该算法的时间复杂性;用问题规模的函数 $S(n)$ 表示的算法运行时占用的空间,称为该算法的空间复杂性。

设某一个算法,处理规模为 n 的问题,其时间(或空间)界函数为 $f(n)$ 。若 $f(n) = cn$ (c 为常数),则称该算法是线性级的;若 $f(n) = c_r n^r + c_{r-1} n^{r-1} + \dots + c_1 n + c_0$ ($c_r, c_{r-1}, \dots, c_1, c_0$ 为常数),则称该算法是多项式级的;若 $f(n) = c2^n$ (c 为常数),则称该算法是指数级的。

一个算法的复杂性的量级是反映算法性能的重要标准。相对而言,人们对于算法的时间复杂性比对于空间复杂性更感兴趣。如果为某一问题设计了多个算法,则算法复杂性函数的量级越低,表明算法的效率越高。也许有人会提出这样的看法:现在计算机的性能已有了迅速的发展,计算的速度也已有了惊人的增长,算法效率的高低已无足轻重。然而事实并非如

此。在当前信息化的时代,人们需要处理的问题的规模越来越大。算法效率的高低对所能处理的数据量的多少有着决定性的影响。当问题的规模急剧增大时,如果没有高效率的算法,单纯依靠提高计算机的速度,有时其效果是很不理想的。

例如,设有五个算法 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 和 A_5 ,它们的时间复杂性函数分别为 $T_1(n)=n$ 、 $T_2(n)=n\log_2 n$ 、 $T_3(n)=n^2$ 、 $T_4(n)=n^3$ 和 $T_5(n)=2^n$ 。一个算法的时间复杂性是它处理完一个规模为 n 的输入所需要的单位时间数。假设单位时间取为 1 毫秒,显然在 1 秒钟内算法 A_1 可以处理完一个规模为 1000 的输入,而算法 A_5 却只能处理完一个规模为 9 的输入。表 2.1 中给出了这五个算法在 1 秒钟和 1 小时内所能解决问题的最大输入量。由表中可见,由于算法时间复杂性量级的不同,它们在相同时间内所能处理的问题规模大相径庭。

此外,当计算机的速度有了很大提高时,比如假设新型的计算机的速度比原来的计算机的速度快 10000 倍,则 A_1 和 A_2 在同一时间里所能处理的输入量几乎也增加了 10000 倍; A_3 和 A_4 就差些,但毕竟分别能增加 100 倍和 21.54 倍;最令人不能满意的是 A_5 ,它在计算机的速度提高了 10000 倍的情况下,在同一时间内所能处理的输入量只不过比原来增加了大约 13 个。计算机速度提高 10000 倍对算法 $A_1 \sim A_5$ 所产生的效果如表 2.2 所示。

在某一时间内不同算法所能处理的问题规模 表 2.1

算 法	时间复杂性	一秒钟内所能 处理的最大输入量	一小时内所能 处理的最大输入量
A_1	n	1000	3.6×10^6
A_2	$n\log_2 n$	140	2.0×10^5
A_3	n^2	31	1897
A_4	n^3	10	153
A_5	2^n	9	21

计算机速度提高 10000 倍的效果

表 2.2

算 法	时间复杂性	速度提高前单位时间内所能处理的输入量	速度提高 10000 倍后单位时间内所能处理的输入量
A_1	n	S_1	$10000S_1$
A_2	$n \log_2 n$	S_2	当 $\log_2 S_2 \geq 9 \log_2 9000$ 时 超过 $9000S_2$
A_3	n^2	S_3	$100S_3$
A_4	n^3	S_4	$21.54S_4$
A_5	2^n	S_5	$S_5 + 13.32$

算法 A_5 对计算机速度提高 10000 倍仍收效甚微是因为它的时间复杂性函数是问题规模 n 的指数函数;而算法 $A_1 \sim A_4$ 的时间复杂性函数都是以多项式为界的。计算机科学家们普遍认为:如果一个算法的时间复杂性是以多项式为界的,则认为这个算法是一个好的算法;如果一个算法的时间复杂性是问题规模 n 的指数函数,则认为这个算法是低效率的。

三、误差及其估计

对于科学计算而言,还有一个重要的概念,这就是误差。实际上,在构造数学模型时,为了不致于使所建立的数学模型过于复杂,一般都要抓住实际问题的本质,而忽略掉一些次要的因素。因此,所建立的数学模型只是该实际问题的一种近似描述,它的解与实际问题的解之间本身便存在着一定的误差。此外,在算法及其执行过程中也不可避免地会产生各种误差。例如,当计算微分、积分、无穷级数求和等用极限定义的量时,必须用有限项运算代替无限项运算,这便会产生所谓截断误差;由于计算机字长的限制,超过一定位数的数码必须舍弃或进入,这便会产生所谓舍入误差。少量运算的舍入误差对计算