

计算机辅助教学

关于符号计算与计算机
辅助教学研究的紧迫性北京师范大学 陈木法^① 何 青

随着计算机的普及,现在许多数学家、工程师、科研工作者已经开始用计算机代替纸和笔进行计算。众所周知,现有的计算机高级语言如C语言、Pascal语言、Basic语言等只适合于数值计算,不适合符号计算和公式推导。例如要计算一个8阶矩阵的特征根,用手工计算,可能需要一天的时间,而且很容易算错;如果用高级语言编写程序,即使对于熟练的程序员,其工作量也是非常大的。但若用Mathematica、Maple、Reduce等符号计算软件,则在几分钟内就可以得到结果。

符号计算软件(包括Mathematica, Maple, Reduce)是近二十年来发展起来的计算机软件系统,具有极强的计算能力。它们可以进行符号计算、公式推导、数值计算,也可以计算微分、积分、分解因式、解方程组(线性或非线性)、解微分方程、计算行列式、矩阵、画二维和三维图形等等。事实上,数学中可以计算的问题几乎都可以用符号计算软件来完成。符号计算软件还具有编程能力,对于具体的数学问题甚至于整个数学分支,都可以编写相应的软件包。数学家可以把符号计算软件看作是最基本的语言,如同计算机学的C语言。鉴于符号计算软件的上述特点,在国外,它们已经成了数学家、工程师、科研工作者的得力助手,也是学生学习数学的重要工具。

Mathematica系统是由美国的Wolfram Research公司从1986年开始开发的。1988年发布了Mathematica 1.0版。现在的最新版本是Mathematica 2.2。Mathematica系统在世界各地的用户非常多,据说有数百万。

在国外,有许多大学应用符号计算软件进行科学研究,并将其应用于数学教学中。例如美国的Illinois大学,从1988年就开始研究将Mathematica用于数学教学,它们建立了一个很大的实验室从事这项研究工作。并配备一个有一百多个终端的Mathematica的专用机房。他们所编写的教材及软件Calculus & Mathematica已经由Addison-Wesley出版社出版。Calculus & Mathematica还在Harvard, Ohio State, Missouri, Pittsburgh等大学的数学实验室中使用。在瑞士的某些大学,数学系一年级学生就开始学习Mathematica语言。据Wolfram Research公司出版的杂志MathUser报道,到1993年已有400多所大学建立了数学实验室应用Mathematica软件进行数学实验,并将其应用于数学教学中。用Mathematica编写的数学教材及软件还有许多。

Mathematica不仅仅应用于数学教学中,在科学研究中Mathematica也有非常广泛的应用。例如用Mathematica研究微分方程,进行张量分析,解决物理及工程问题,从事经济学

^① 作者系国家教委理科数学与力学教学指导委员会成员,分管计算机辅助教学的工作。

的研究等等。在参考文献中,我们仅仅列出近五年出版的有关 Mathematica 及 Maple 的共计 49 种英文书籍,稍加浏览,便可看出其广度和发展速度。其他文字的书还有许多,例如法文、德文、西班牙文、意大利文等等。单单日文版关于 Mathematica 的书籍就有 27 种。加拿大的 Toronto 大学还用 Maple 语言编写了 Experiments in Mathematics Using Maple,此书由 Springer 出版社在 1995 年出版,本书也有相应的 Mathematica 版本。上述列举的软件大部分可以在 Internet 网络上找到,也可自由拷贝。

在国内,北京大学为计算机系二年级学生开设 Mathematica 课程。在北京师范大学,数学系四年级学生开设计算代数课程。详细介绍符号计算的理论和方法(包括“吴方法”),以及各种符号计算软件的使用。现在符号计算理论研究以及符号计算软件的开发已经成为国外数学界和计算机界的新的热点,有许多数学家在从事这方面的研究工作。新的符号计算软件还在不断地出现。

除 Mathematica 之外,现在国际上比较流行的符号计算软件还有 Maple 和 Reduce。其中 Reduce 是用 Lisp 语言编写的,它的历史比较长,在 70 年代比较流行,现在 Reduce 系统还在不断升级发展,1995 年 7 月,Reduce 升级为 3.6 版。Reduce 系统的特点是计算速度比较快,系统是开放的,比较容易升级换代。

Mathematica 和 Maple 系统是用 C 语言编写的,它们都是八十年代开发出来的。Maple 系统是由加拿大的 Waterloo 大学从 1980 年开始开发的。Waterloo 大学的数学家们采用了当时最先进的算法编写 Maple 系统,Maple 系统每年都要更新,以吸收最好的算法。Maple 的最新版本是 1995 年 8 月发表的 Maple V Release 4。Maple 系统的特点是它的帮助菜单非常丰富,简单易学,拥有大量的软件包,很适合初学者学习使用。

Mathematica 系统的计算能力非常强,它的函数很多,其最大优点是在带有图形用户接口的计算机上 Mathematica 支持一个专用的 Notebook 接口。通过 Notebook 接口,我们可以向 Mathematica 核心输入命令,可以显示 Mathematica 的输出结果,显示图形、动画、播放声音。通过 Notebook,我们可以书写报告、论文,甚至整本书。事实上,有关 Mathematica 的论文、软件、杂志大部分都是用 Notebook 写的,并且在 Internet 网络上广泛传播。Mathematica 的另一个重要特点是它具有 Mathlink 协议,通过 Mathlink,我们可以把 Mathematica 的核心与其它高级语言连接,我们可以用其它语言调用 Mathematica,也可以在 Mathematica 中调用其它语言编写的程序。到现在为止,能够与 Mathlink 连接的语言包括 C 语言、Excel、Word 等。事实上 Notebook 就是通过 Mathlink 与 Mathematica 核心相连接的。因此我们可以通过 Mathlink 设计自己的 Notebook 接口,这一功能为充分开发 Mathematica 的能力提供了保证。

符号计算软件有一个共同的特点,是它们可以在不同的计算机系统中使用,它们都有相应的 DOS 版本、Windows 版本、Macintosh 版本、Unix 版本、Window NT 版本等。而且用上述符号计算系统编写的软件可以不加修改的在不同的计算机平台上运行,也可在网络上运行。在中文 Windows 的环境下,上述符号计算软件可以自然地汉化,无需解决汉化问题。

近几年来,国内也开始了高等数学 CAI 的软件的开发工作,取得了一定成果,只是离大范围的使用还有一段距离。由于国内 CAI 软件大部分是在 DOS 环境下开发的,规范性、开发效率、灵活性等差,难于进行大规模的开发,也无法在网络上运行。随着我国信息高速公路的建设,以及各学校校园网的建设,迫切需要能够在网络上运行的教学软件。为此,我们建议:(下转 48 页)

赴台湾任接收大员，我前后写了20多首律诗。从贵州，经三峡，沿途作杂咏15首。在台湾我吃到赤鲟鱼，想起此物用于日本人的婚礼上，也诗兴大发，赋诗一首。离别台湾前夕，以及乘飞机自台北飞上海之时，亦作了两首诗。现摘录这些诗中的4首于后。

赤 鲟

岛国南来食有盈，赤鲟风味最鲜清。
红鳞暗忆桃花涨，巨口应吹柳絮行。
合是登龙夸彩鲤，莫教弹铗怨儒生。
凤凰新侣金盘列，好伴扶桑画烛明。

将别台湾作

蜀云黔雨久离居，草席纸窗三月余。
望隔层楼青椰子，潮生曲水赤鲟鱼。
心悲形役聊从俗，老被人嘲尚读书。
惟有归欤新赋好，宁忘安步可当车。

乘飞机自台北飞沪（二首）

一机起东海，双翼拂烟霞。
过眼乡关隔，回头岛国赊。
云藏霄雁荡，雨湿古龙华。
未必无愁思，薄寒江树斜。

不尽河山影，都从足下生。
天开云路阔，翼顺雨丝横。
破浪期他日，乘风快此行。
太虚如可极，稳坐胜长鲸。

（上接38页）

- （1）在我国普及和推广符号计算软件，组织各种形式的短训班并出版一批教材；
- （2）组织力量吸收和消化国外现有的几种主要的符号计算软件和数学辅助教学软件；
- （3）在有条件的学校建立数学实验室；
- （4）开发自己的符号计算软件。

我们恳请教学指导委员会能就这件大事达成初步的共识，并以最快的速度组织力量加以实施。□

（本文原载“中国数学会通讯，1998年6月）