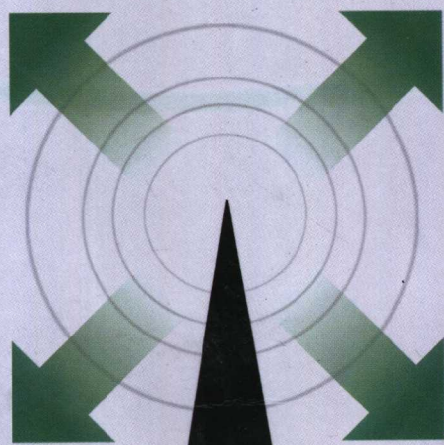


信号与系统

实验教程

—— 张昱 周绮敏 等 编著 ——



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

信号与系统实验教程

张 昱 周绮敏 等 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

信号与系统实验教程 / 张昱, 周绮敏编著. —北京: 人民邮电出版社, 2005.3
ISBN 7-115-13067-1

I. 信... II. ①张... ②周... III. 信号系统—实验—教材 IV. TN911.6-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 011299 号

内 容 提 要

本书是与《信号与系统》理论课程相配套的实验教程。内容包括: MATLAB 软件应用基础及其在信号与系统中的应用及实验内容; 利用软件与硬件相结合的虚拟仪器对信号的产生、合成进行频谱分析, 分析高通、低通滤波网络对信号的影响, 分析信号的采样及恢复等实验内容, 以及相关实验仪器的使用说明; 同时还附有 MATLAB 在信号与系统中的应用实验的参考源程序及详解。

本书注重理论与实际相结合, 注重实用性; 条理清楚, 深入浅出, 便于自学。可作为高等院校工科电子工程类、信息工程类、通信工程类、电子技术类、自动控制类、电气工程类、机电工程类、计算机科学类及其他相关专业本科生的《信号与系统》课程配套实验的教材, 也可供报考硕士研究生需要考《信号与系统》课程的学生作为参考书, 同时对于进行信号与系统相关研究工作的工程技术人员也有一定的参考价值。

信号与系统实验教程

- ◆ 编 著 张 昱 周绮敏 等
责任编辑 杨 凌
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129258
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.25
字数: 370 千字 2005 年 3 月第 1 版
印数: 1-3 500 册 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13067-1/TN · 2418

定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

《信号与系统》是一门非常重要的专业基础课,目前几乎所有的高等院校都在电子工程类、信息工程类、通信工程类、电子技术类、自动控制类、电气工程类、机电工程类、计算机科学类等工科电类及其他相关专业的本科生中开设了《信号与系统》必修课或选修课。但是,在国内开设《信号与系统》课程的高等院校中,开设信号与系统配套实验的还较少。浙江大学信息学院信电系从 1993 年起开设了信号与系统配套实验,并已于 2004 年起推广到浙江大学所有学习《信号与系统》课程的工科电类本科生中,取得了良好的教学效果。本书就是在总结这些年来我们开设的信号与系统配套实验的教学实践经验的基础上,加以提高、改进、深化和完善而得来的。

随着现代科学技术特别是计算机软件技术的发展,很多以前必须用手工纸算或通过复杂编程才能解决的信号与系统分析问题,现在只需要在 MATLAB 这一高级工程软件中进行简单编程就可以解决了。在本书中,不仅包括 MATLAB 的应用基础知识,而且包括 MATLAB 在信号与系统分析中的应用知识和相关的实验内容及其参考源程序详解,因此本书既适用于学习《信号与系统》课程的使用 MATLAB 的初学者,可作为入门书籍,也适用于能熟练应用 MATLAB 进行信号与系统问题分析和处理的工程技术人员,可作为参考资料。值得一提的是,本书中应用 MATLAB 的信号与系统实验部分,采用的是 2004 年 10 月最新推出的 MATLAB 7.0.1 版本,同时也兼顾 MATLAB 6.x 和 5.x 版本,以适应各方面读者的需要。

利用虚拟仪器对信号与系统中的信号及其频谱进行分析的实验内容是本书的一大特色。一般情况下,由于高档频谱分析仪价格昂贵,因此给该仪器用于本科教学带来一定困难,这样就影响和限制了《信号与系统》课程的教学效果。在本书的这一部分实验内容中,利用先进的软件与硬件相结合的虚拟仪器技术很好地解决了这一问题,能够成功地完成一些相关的信号及频谱分析实验。虚拟仪器既具有性能优越、配置灵活等一般纯硬件频谱分析仪所不具备的优点,又比一般纯硬件频谱分析仪的价格要低廉得多,因此非常适合于高校教学使用;而且从我们的教学实践来看,利用虚拟仪器的实验内容对于提高《信号与系统》课程的教学质量确实起到了较好的作用,因此我们认为它具有在全国高校《信号与系统》课程中推广的较大潜力。

全书共分为三大部分。第一部分“MATLAB 应用基础”介绍了 MATLAB 的基础知识,包括软件安装、应用开发环境、解线性代数问题、绘图、进行数值分析与统计、程序设计等内容;第二部分“MATLAB 在信号与系统中的应用及实验”介绍了 MATLAB 在信号与系统中的应用知识,包括信号及其运算的 MATLAB 表示方法、连续或离散信号(周期或非周期信号)的时域及频域分析的 MATLAB 实现方法等内容,还包括应用 MATLAB 的信号与系统实验题以及实验中的常见问题解答;第三部分“利用虚拟仪器进行信号及频谱分析实验”介绍了利用软硬结合的虚拟仪器技术进行信号及频谱分析的实验内容,包括信号的产生及其频谱分析实验、信号的合成及其频谱分析实验、高通及低通网络对信号的影响实验、信号的采样及其恢复实验,以及虚拟仪器等相关实验仪器的使用说明。附录为第二部分中应用

MATLAB 的信号与系统实验题的参考源程序及详解。

本书的特点是全面地介绍了信号与系统相关的实验，既有 MATLAB 软件的基础、应用及实验内容，又有运用软硬结合的虚拟仪器进行信号及频谱分析等实验内容，可以说涵盖了信号与系统实验教学大纲中的所有内容，与《信号与系统》理论课程结合得比较紧密。

本书的第一部分、第二部分及附录由张昱编写，第三部分由周绮敏编写。在编写本书的过程中得到了浙江大学信电系金心宇教授、凌明芳教授的热心指导，在此表示衷心的感谢；同时还要感谢参与实验指导的李惠忠、胡倩等老师和同学。

由于时间仓促，加上我们的水平有限，本书难免还存在一些缺点和疏漏，恳请广大读者予以批评指正。

编 者

2004 年 12 月于浙江大学玉泉校区

目 录

第一部分 MATLAB 应用基础

第 1 章	MATLAB 基础	2
1.1	MATLAB 简介	2
1.2	MATLAB 的系统配置需求	6
1.2.1	一般系统配置需求	6
1.2.2	支持的操作系统平台	7
1.2.3	Windows 平台的系统配置需求	7
1.2.4	图形适配器 (显卡)	7
1.2.5	其他需求和推荐配置	7
1.3	MATLAB 的安装	8
第 2 章	MATLAB 的应用开发环境	16
2.1	命令窗口	16
2.1.1	命令的编辑	16
2.1.2	中断正在执行的命令	17
2.1.3	FORMAT 命令	17
2.1.4	续行符	18
2.2	M 文件简介	18
2.3	当前工作目录与搜索路径	19
2.3.1	设置 MATLAB 的当前工作目录	19
2.3.2	设置 MATLAB 的搜索路径	20
2.3.3	设置当前工作目录及搜索路径的必要性	20
2.3.4	设置当前工作目录与设置搜索路径的区别	21
2.3.5	在搜索路径目录中查看文件	21
2.4	M 文件的编辑与运行	21
2.4.1	M 文件的建立及保存	21
2.4.2	M 文件的编辑和查看	22
2.4.3	M 文件的运行	22
2.5	工作空间	24
2.5.1	Workspace 浏览器	25
2.5.2	保存和载入 Workspace	26
2.6	在线帮助	27
2.6.1	help 命令	27

2.6.2	lookfor 命令	28
2.6.3	MATLAB 帮助窗口	28
2.6.4	MATLAB 帮助服务台	29
2.6.5	MATLAB Help 窗口	29
2.6.6	MATLAB 示例和演示	29
2.6.7	doc 命令	29
2.6.8	PDF 格式的在线帮助	30
2.6.9	MathWorks 网站	30
2.7	数据的输入/输出	30
2.7.1	将数据输入 MATLAB	30
2.7.2	从 MATLAB 中输出数据	31
第 3 章	应用 MATLAB 解线性代数问题	32
3.1	MATLAB 与线性代数	32
3.2	矩阵的基本运算	32
3.2.1	矩阵的加法与减法运算	34
3.2.2	向量积与矩阵转置	35
3.2.3	矩阵乘法	36
3.2.4	矩阵幂次及指数	37
3.2.5	单位矩阵	40
3.2.6	向量及矩阵的范数	40
3.3	解线性方程组	41
3.3.1	方阵系统	42
3.3.2	过限制系统	43
3.3.3	限制不足系统	45
3.4	逆矩阵及行列式	45
3.5	矩阵的特征值与特征向量	47
3.6	矩阵的三角分解	48
3.6.1	Cholesky 分解	48
3.6.2	LU 分解	48
3.6.3	QR 分解	49
3.7	矩阵的奇异值分解	49
第 4 章	应用 MATLAB 绘图	52
4.1	二维绘图	52
4.1.1	二维绘图示例	52
4.1.2	plot 函数	56
4.1.3	stem 函数	56
4.1.4	figure 函数	57
4.1.5	subplot 函数	58
4.1.6	指定线条颜色、样式和数据点标记符号	58
4.1.7	标题与轴标签	60

4.1.8	对数坐标轴的设定	61
4.1.9	轴范围的设定	62
4.1.10	text 函数和 gtext 函数	63
4.1.11	hold 函数	65
4.1.12	grid 函数	65
4.2	三维绘图	66
4.2.1	三维绘图示例	66
4.2.2	三维线形图形	70
4.2.3	三维网格图形	71
4.2.4	三维表面图形	72
4.2.5	设定颜色分布	73
4.2.6	设定照明光源	74
4.2.7	在三维网格图形上作标记点	75
4.2.8	设定透明及隐藏效果	76
4.2.9	设定观察点	76
4.2.10	制作三维动画效果	77
第 5 章	应用 MATLAB 进行数值分析与统计	80
5.1	多项式的表示及运算	80
5.1.1	多项式的表示方法	80
5.1.2	roots 函数	80
5.1.3	poly 函数	80
5.1.4	polyval 与 polyvalm 函数	81
5.1.5	conv 与 deconv 函数	82
5.1.6	polyder 函数	82
5.1.7	residue 函数	83
5.1.8	polyfit 函数	83
5.2	数据分析	84
5.2.1	为列向数据绘制数据图表	85
5.2.2	基本分析命令函数	86
5.2.3	协方差与相关系数	88
5.3	回归分析与曲线拟合	88
5.3.1	归一化	88
5.3.2	多项式回归分析	89
5.3.3	线性系数回归分析	91
5.3.4	多重回归分析	92
第 6 章	MATLAB 程序设计	94
6.1	MATLAB 中的程序	94
6.1.1	MATLAB 脚本程序的基本结构	94
6.1.2	MATLAB 函数程序的基本结构	94
6.1.3	函数/脚本说明	97

6.1.4	P 代码	98
6.2	参数与变量	98
6.2.1	参数	98
6.2.2	局部变量与全局变量	103
6.2.3	特殊数值	104
6.3	数据类型	106
6.4	运算符	107
6.4.1	算术运算符	108
6.4.2	关系运算符	109
6.4.3	逻辑运算符	109
6.4.4	运算符的应用实例	111
6.5	流程控制	112
6.5.1	if 语句	112
6.5.2	switch 语句	114
6.5.3	while 语句	116
6.5.4	for 语句	117

第二部分 MATLAB 在信号与系统中的应用及实验

第 7 章	信号及其运算的 MATLAB 表示	120
7.1	连续信号的 MATLAB 表示	120
7.2	离散信号的 MATLAB 表示	124
7.3	信号运算的 MATLAB 实现	125
第 8 章	时域分析的 MATLAB 实现	128
8.1	连续时间系统的零状态响应	128
8.2	连续时间系统的冲激响应和阶跃响应	129
8.3	离散时间系统的零状态响应	130
8.4	离散时间系统的冲激响应和阶跃响应	131
8.5	卷积的计算	132
第 9 章	频域分析的 MATLAB 实现	134
9.1	周期信号的频域分析	134
9.2	非周期信号的频域分析	136
9.3	系统的频率特性分析	140
9.3.1	连续时间系统的频率特性	140
9.3.2	离散时间系统的频率特性	141
9.4	连续时间系统的 s 域分析	142
9.4.1	利用 MATLAB 实现部分分式展开	142
9.4.2	利用 MATLAB 计算 $H(s)$ 的零极点并分析系统稳定性	144
9.4.3	利用 MATLAB 计算 Laplace 正反变换	146
9.5	离散时间系统的 z 域分析	147

9.5.1 利用 MATLAB 实现 z 域的部分分式展开式	147
9.5.2 利用 MATLAB 计算 $H(z)$ 的零极点与系统稳定性	148
9.5.3 利用 MATLAB 计算 z 正变换和 z 反变换	150
第 10 章 MATLAB 实验内容	152
实验一 信号的产生及时间变量的变换	152
实验二 离散线性时不变系统分析	153
实验三 离散时间傅里叶分析	153
实验四 连续时间系统分析	154
实验五 采样	154
实验六 零极点分析	155
第 11 章 MATLAB 实验常见问题解答	156

第三部分 利用虚拟仪器进行信号及频谱分析实验

第 12 章 信号及频谱分析实验内容	170
实验一 信号的产生及其频谱分析	170
实验二 信号的合成及其频谱分析	171
实验三 高通、低通网络对信号的影响	174
实验四 信号的抽样及其恢复	175
第 13 章 仪器使用说明	177
13.1 虚拟仪器——频谱分析仪使用说明	177
13.1.1 RVO2100P 系列虚拟仪器	177
13.1.2 DSO-29xx 系列虚拟仪器使用说明	189
13.2 二踪示波器使用说明	197
13.3 多路电源使用说明	204

附录 MATLAB 实验参考源程序

实验一 信号的产生及时间变量的变换	205
实验二 离散线性时不变系统分析	213
实验三 离散时间傅里叶分析	216
实验四 连续时间系统分析	222
实验五 采样	223
实验六 零极点分析	229
参考文献	231

第一部分 MATLAB 应用基础

第 1 章 MATLAB 基础

1.1 MATLAB 简介

在科学研究和工程应用中,往往要进行大量的数学计算,其中包括矩阵运算。一般来说,这些运算难以用手工精确、快捷地进行,而要借助计算机编制相应的程序来做近似计算。用 C、BASIC 和 FORTRAN 语言编制计算程序,既需要对有关算法有深刻的了解,还需要熟练掌握所用语言的语法及编程技巧。对大多数科学工作者而言,同时具备这两方面的技能有一定的困难。通常编制程序也是繁杂的,不仅消耗人力与物力,而且影响工作进程和效率。为克服上述困难,美国 MathWorks 公司于 1967 年推出了矩阵实验室 Matrix Laboratory (缩写为 MATLAB) 软件包,并不断更新和扩充。早期的 MATLAB 只是非常简单的 For DOS 版本,到 1993 年才发行了 For Windows 3.1 版本。随着 Windows 9x 操作系统的出现, MATLAB 的用户界面功能更加强大,并且具有鲜明的特点。目前, MATLAB 已经发展到了最新的 7.0.1 版本 (MATLAB Release 14 with Service Pack 1), 由 MathWorks 公司于 2004 年 10 月推出。

MATLAB 的典型应用包括:

- 数学计算;
- 科学算法开发;
- 数据采集及信号处理;
- 建模及原型仿真;
- 数据分析和数据可视化;
- 科学与工程绘图;
- 应用程序开发 (包括建立图形化用户界面)。

MATLAB 是一种交互式的矢量语言系统,其基本数据单元是不需要指定维数的矩阵。这使得用 MATLAB 可以解决许多科学与工程计算问题,特别是那些涉及矩阵及矢量公式的问题。用 MATLAB 编程求解问题,比用标量非交互式语言 (如 C 或 FORTRAN 语言) 编程求解同样问题所花的时间少得多。MATLAB 最初是用 FORTRAN 语言编写的,通过它可以方便地调用 LINPACK 和 EISPACK 所设计开发的矩阵软件中的各种过程。现在,经过高度优化后的 MATLAB 引擎已经包含了 LAPACK 和 BLAS 库。

MATLAB 已经发展了很多年,已有许多用户使用它。在大学里, MATLAB 已经成为用于介绍性和更高级的数学、工程和科学课程中的标准的教学工具。在工业领域, MATLAB 已经成为用于高效率研究、开发和分析的首选工具。在同类软件中, MATLAB 首屈一指,已经成为科学工程计算 (矩阵计算) 领域中事实上的软件标准。

MATLAB 系统主要包括五大基本组成部分:

- 开发环境: 这是帮助用户使用 MATLAB 函数和文件的一套工具。许多这样的工具有图形化的用户界面,包括 MATLAB 桌面环境和命令窗口、命令历史记录、编辑/调试器、

帮助文件浏览器、工作空间、文件及搜索路径。

- **MATLAB 数学函数库**: 这是一个巨大而广泛的计算算法的集合库,从基本的函数(如求和、正弦、余弦和复数运算等)到更加复杂、成熟的函数(如求逆矩阵、求矩阵的特征值、贝塞尔函数和快速傅里叶变换等)。

- **MATLAB 语言**: 这是一种高级矩阵语言,包括流程控制语句、函数、数据结构、输入/输出和面向对象的编程特性。它既允许小型编程,能快速编出可能比较难看的、用后即弃的小程序,又允许大型编程,能编制出大型的、复杂的应用程序。

- **绘图功能**: MATLAB 具有将矢量和矩阵显示成图形的广泛的工具,当然也可以对这些图形进行标注和打印。包括可用于二维和三维数据可视化绘图、图像处理、动画和图形演示的高级函数,也包括可以允许用户完全定制图形外观、为用户的 MATLAB 应用程序建立复杂的图形用户界面的底层函数。

- **MATLAB 应用程序接口 (API)**: 这是一个允许用户编写 C 语言和 FORTRAN 语言程序来与 MATLAB 进行交互的接口库。包括可通过动态链接调用 MATLAB 中的例程、将 MATLAB 作为一个计算引擎加以调用、读写二进制的 MAT 数据文件等的诸多工具。

另外, MATLAB 系统中还包含有一系列附加的、针对特定应用求解的工具,称为工具箱 (Toolbox)。对大多数 MATLAB 的用户来说都非常重要的是,工具箱使用户可以学习和应用专业化的技术。工具箱是 MATLAB 函数 (M 文件,这种文件是 MATLAB 中函数和源程序的基本保存形式,详见第 2 章介绍)的综合性的集合,它们可延伸 MATLAB 环境来解决特定领域的问题。工具箱所涉及的领域包括:信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析、科学仿真等等。在 MATLAB 7.0.1 版本中所包含的产品和工具箱见表 1-1(注:其中的“Windows only”表示只在 MATLAB 的 Windows 系统版本中包括此产品和工具箱,“Not on x86_64 Linux”表示此产品和工具箱不适用于在 x86_64 64 位 CPU 硬件平台上运行的 Linux 系统版本)。

表 1-1 **MATLAB 7.0.1 中的产品和工具箱列表**

产品和工具箱	版 本	备 注
MATLAB	7.0.1	
Simulink	6.1	
Aerospace Blockset	1.6.1	
Bioinformatics Toolbox	1.1.1	
CDMA Reference Blockset	1.1	
Communications Blockset	3.0.1	
Communications Toolbox	3.0.1	
Control System Toolbox	6.1	
Curve Fitting Toolbox	1.1.2	
Data Acquisition Toolbox	2.5.1	Windows only
Database Toolbox	3.0.1	
Datafeed Toolbox	1.6	Windows only
Gauges Blockset	2.0	Windows only
Embedded Target for Infineon C166 Microcontrollers	1.1.1	Windows only
Embedded Target for Motorola HC12	1.1.1	Windows only
Embedded Target for Motorola MPC555	2.0.1	Windows only
Embedded Target for OSEK/VDX	1.1.1	Windows only
Embedded Target for TI C2000 DSP	1.1.1	Windows only

续表

产品和工具箱	版 本	备 注
Embedded Target for TI C6000 DSP	2.2.1	Windows only
Excel Link	2.2.1	Windows only
Extended Symbolic Math Toolbox	3.1.1	Not on x86_64 Linux
Filter Design HDL Coder	1.1	
Filter Design Toolbox	3.1	
Financial Derivatives Toolbox	3.0.1	
Financial Time Series Toolbox	2.1.1	
Financial Toolbox	2.4.2	
Fixed-Income Toolbox	1.1	
Fixed-Point Toolbox	1.1	
Fuzzy Logic Toolbox	2.2	
GARCH Toolbox	2.0.1	
Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox	1.0.2	
Image Acquisition Toolbox	1.7	Windows only
Image Processing Toolbox	5.0.1	
Instrument Control Toolbox	2.1	Not on x86_64 Linux
Link for Code Composer Studio	1.3.2	Windows only
Link for ModelSim	1.2	Not on x86_64 Linux
Mapping Toolbox	2.0.3	
MATLAB Builder for COM	1.1.2	Windows only
MATLAB Builder for Excel	1.2.2	Windows only
MATLAB Compiler	4.1	
MATLAB Report Generator	2.1.1	
MATLAB Web Server	1.2.3	
Model-Based Calibration Toolbox	2.1.2	Windows only
Model Predictive Control Toolbox	2.1	
Neural Network Toolbox	4.0.4	
OPC Toolbox	1.1.1	Windows only
Optimization Toolbox	3.0.1	
Partial Differential Equation Toolbox	1.0.6	
Real-Time Windows Target	2.5.1	Windows only
Real-Time Workshop	6.1	
Real-Time Workshop Embedded Coder	4.1	
RF Blockset	1.0.2	
RF Toolbox	1.0.1	
Robust Control Toolbox	3.0	
Signal Processing Blockset	6.0.1	
Signal Processing Toolbox	6.2.1	
SimDriveline	1.0.1	
SimMechanics	2.2.1	
SimPowerSystems	4.0	
Simulink Accelerator	6.0.1	
Simulink Control Design	1.1	
Simulink Fixed Point	5.0.1	
Simulink Parameter Estimation	1.1	

续表

产品和工具箱	版 本	备 注
Simulink Report Generator	2.1.1	
Simulink Response Optimization	2.1	
Simulink Verification and Validation	1.0.1	
Spline Toolbox	3.2.1	
Stateflow	6.1	
Stateflow Coder	6.1	
Statistics Toolbox	5.0.1	
Symbolic Math Toolbox	3.1.1	Not on x86_64 Linux
System Identification Toolbox	6.1	
Video and Image Processing Blockset	1.0.1	
Virtual Reality Toolbox	4.0.1	
Wavelet Toolbox	3.0.1	
xPC Target	2.6.1	Windows only
xPC Target Embedded Option	2.6.1	Windows only

MATLAB 具有以下特点:

1. 编程效率高

MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高性能语言。它将计算、可视化和编程高度集成于一个易用的环境中, 其中的问题和解都以人们熟知的数学符号和公式的形式来表达, 使用 MATLAB 编程运算与人们进行科学计算的思路 and 表达方式完全一致, 用 MATLAB 编写程序就犹如在演算纸上排列出公式并求解问题一样, 易学易懂, 因此 MATLAB 也被称为一种“演算纸式的”科学工程计算语言。

2. 用户使用方便

MATLAB 语言是一种解释执行的语言, 或者称为直译式的语言 (在没有被专门工具编译之前), 它灵活、方便, 调试程序手段丰富, 调试速度快, 需要的学习时间少。人们用任何一种语言编写程序和调试程序一般都要经过几个步骤: 编辑、编译、连接、执行及调试, 各个步骤之间是顺序关系, 编程的过程就是在它们之间作瀑布型的循环。MATLAB 语言与其他语言相比, 较好地解决了上述问题, 把编辑、编译、连接和执行融为一体。它能在同一界面中灵活操作, 快速排除输入程序中的书写错误、语法错误以至语意错误, 从而加快了用户编写、修改和调试程序的速度。可以说, 在编程和调试过程中, 它是一种比 Visual Basic 还要简单的语言。具体地说, MATLAB 在运行时, 可直接在命令行输入 MATLAB 命令语句 (包括调用 M 文件的语句), 每输入一条语句, 就立即对其进行处理, 完成编译、连接和运行的全过程。另外, 可将 MATLAB 源程序编辑为 M 文件, 由于 MATLAB 系统本身的函数文件也是 M 文件, 所以编辑后的源文件也是可以直接运行的, 不需要进行编译和连接。在运行 M 文件时, 如果有错, 计算机屏幕上会给出详细的出错信息, 用户经修改后再执行, 直到正确为止。所以可以说, MATLAB 不仅是一种语言, 从广义上讲也是一种该语言的开发系统, 即语言调试系统。

3. 扩展能力强

高版本的 MATLAB 语言有丰富的工具箱库函数, 在进行复杂的数学运算时可以直接调用, 而且因为用户文件同 MATLAB 的库函数在形式上一样, 所以用户文件也可作为 MATLAB 的库函数来调用。因而, 用户可以根据自己的需要方便地建立和扩充新的库函数, 以便提高

MATLAB 的使用效率和扩展 MATLAB 的功能。另外, 为了充分利用 FORTRAN、C 等语言的资源, 在整个应用程序中可以包括进用户已编好的 FORTRAN、C 语言程序, 还可以通过建立 mex 文件的形式进行混合编程, 从而方便地调用相关的 FORTRAN、C 语言程序。换句话说, MATLAB 和其他高级语言也具有良好的接口, 可以方便地实现与其他语言的混合编程, 从而能进一步拓宽 MATLAB 的应用潜力。

4. 语句简单, 内涵丰富

MATLAB 语言中最基本、最重要的成分是函数, 其一般形式为: $[a,b,c,\dots]=\text{func}(d,e,f,\dots)$, 即一个函数通常由函数名 func, 输入变量 d、e、f 等, 输出变量 a、b、c 等组成, 同一函数名 func, 不同数目的输入变量 (包括无输入变量) 及不同数目的输出变量, 都代表着不同的含义 (类似于面向对象编程语言中的函数重载和多态性)。这不仅使 MATLAB 的库函数功能更为丰富, 而且大大减少了函数所需磁盘空间, 使得 MATLAB 编写的 M 文件简单、短小而高效。

5. 高效、方便的矩阵和数组运算

MATLAB 语言像 BASIC、FORTRAN 和 C 语言一样规定了算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符及赋值运算符, 而且这些运算符大部分可以毫无改变地照搬到矩阵或数组间的运算, 有的 (如算术运算符) 只要在前面增加符号 “.” 就可用于矩阵或数组间的运算。另外, 它不需要定义数组的维数, 并给出了矩阵函数、特殊矩阵专用的库函数, 使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时显得大为简捷、高效、方便, 这是其他高级语言所不能比拟的。在此基础上, 高版本的 MATLAB 已逐步扩展到科学及工程计算的更多其他领域。

6. 方便的绘图及图形界面功能

MATLAB 的绘图是十分方便的, 它有一系列绘图命令函数, 例如线性坐标、对数坐标、半对数坐标和极坐标绘图, 均只需调用不同的绘图命令函数, 而且要实现现在图上标出图题、x 轴标签、y 轴标签、网格线绘制等功能也只需调用相应的命令函数, 简单易行。同时, 在调用绘图函数时, 调整自变量的值即可绘出不同颜色的点、线或多重线。这种为科学研究着想的设计是通用的编程语言所无法企及的。另外, 目前的 MATLAB 版本已经可以方便地设计出友好的图形用户界面, 可以像 Visual Basic 等语言一样设计出漂亮的用户接口。

总之, MATLAB 语言的设计思想可以说代表了当前计算机高级语言的发展方向。在不断的熟悉和使用中, 用户将会发现 MATLAB 的巨大潜力。

1.2 MATLAB 的系统配置需求

这里介绍 MATLAB 7.0.1 版本的系统配置需求。

1.2.1 一般系统配置需求

- 光驱 CD-ROM (用于从光盘 CD 上安装 MATLAB);
- Netscape Navigator 4.0 及以上版本的浏览器, 或者 Microsoft Internet Explorer 4.0 及以上版本的浏览器;
- Adobe Acrobat Reader 3.0 及以上版本的 PDF 文件阅读器软件 (用于阅读和打印 PDF 文件格式的 MATLAB 文档);

● MATLAB 的某些使用许可类型需要一个运行 FLEXlm 9.2 的许可服务器（在 MATLAB 安装程序中已带）；

● TCP/IP 在所有操作系统平台上都是需要的（当使用许可服务器时）；

● 一个可用的 USB 接口（用于某些需要硬件加密锁的 MATLAB 许可类型）。

1.2.2 支持的操作系统平台

● 32 位平台：

- Windows XP (Service Pack 1 or 2)
- Windows 2000 (Service Pack 3 or 4)
- Windows NT 4.0 (Service Pack 5 or 6a)
- Linux x86 2.6.x, glibc 2.3.2
- Linux x86 2.4.x, glibc 2.2.5
- Sun Solaris 2.8 and 2.9
- HP-UX 11.0 and 11.i
- Mac OS X 10.3.2 and 10.3.4

● 64 位平台：

- 运行 Linux 的 AMD 64-bit Opteron、Athlon64 及 Intel EM64T CPU 平台
- Linux x86_64 2.6.x, glibc 2.3.x
- Linux x86_64 2.4.x, glibc 2.3.x

1.2.3 Windows 平台的系统配置需求

Windows 平台的系统配置需求见表 1-2。

表 1-2 Windows 下的 MATLAB 系统配置需求

操作系统 (OS)	处理器 (CPU)	硬盘可用空间	内存 (RAM)
Windows XP (Service Pack 1 或 2)	Pentium III, IV, Xeon, Pentium M AMD Athlon, Athlon XP, Athlon MP	最少 400MB	最少 256MB 推荐 512MB
Windows 2000 (Service Pack 3 或 4)			
Windows NT 4.0 (Service Pack 5 或 6a)			

注意：表 1-2 中的“硬盘可用空间”需求随硬盘分区大小及在线帮助文件的安装而异。安装时，安装程序会提醒用户关于硬盘指定分区的可用空间需求。安装后总共所占硬盘空间大小由安装程序来决定，并且会因硬盘分区是 NTFS 格式还是 FAT 格式而有差异。

1.2.4 图形适配器（显卡）

● 16 位、24 位或 32 位的 OpenGL 图形适配卡（强烈推荐）

1.2.5 其他需求和推荐配置

● Microsoft Windows 所支持的图形加速卡、打印机及声卡；

● 为运行 MATLAB 中的 MATLAB Notebook、MATLAB Builder for Excel、Excel Link、