

适用于IBMPC、SUN、VAX、Macintosh及其兼容计算机

MATLAB语言

——一种非常实用有效的科研编程软件环境

马秀莲 庞希坚 编译

用于科学与工程计算，C语言编写，
包括三维图形，可编程的宏汇编，IEEE标准，快速解释程序和许多分析命令

- 安装使用方法
- 入门手册
- 系统辨识工具箱
- 控制系统工具箱
- 命令手册

中国科学院希望高级电脑技术公司

442
适用于IBMPC、SUN、VAX、Macintosh及其兼容计算机

MATLAB语言

——一种非常实用有效的科研编程软件环境

- 安装使用方法
- 入门手册
- 系统辨识工具箱
- 控制系统工具箱
- 命令手册

用于科学与工程计算，C语言编写
包括三维图形，可编程的宏汇编，IEEE标准，快速解释程序和许多分析命令

马秀莲 庞希坚 编译

中国科学院希望高级电脑技术公司

译者序

MATLAB是当前美国很流行的一种科学计算软件。我们知道,信息技术发展到今天,在各个领域都可见到它的踪迹。生物医学工程,图像信号处理,语声信号处理、雷达工程、信号分析、时间序列分析、以及控制论、系统论,无不以它作为分析的工具,计算机技术的应用更加快了它的发展。然而,在这些应用过程中,大量的数学问题计算,尤其是矩阵运算,常常会使科学家们的工作进程放慢下来。而且繁复的编制程序(尤其是水平质量不高的程序)一方面会延误工作,另一方面亦会消耗大量的人力和精力。为了克服这种困难,美国的mathwork公司推出了**MATLAB**软件。这种软件集所有矩阵问题及其它计算问题于一身,它易于掌握并可很方便的根据用户的自己情况进行扩充,且运算效率极高,还可在打印机上直接输出结果及图形拷贝。不失为一高效的科研助手。推出后不久即风行美国。现在我国也已引进了此种软件。为了帮助我国的用户,科学工作者们尽快地掌握并开发利用它,为我国的四个现代化作出贡献。我们翻译了这套软件的使用手册,并验算了例题,以饷读者。

在编译本书的过程中,我们得到了聂涛教授的热心指导及帮助,他认真地审阅了全书,并提出了宝贵的意见。同时得到了博士生王励枝同志的帮助,对本书的内容作了仔细地审校,提出了修改意见在出版过程中,得到了希望公司的大力帮助,在此我们一并表示衷心的感谢。

译者

于北京北方交通大学信息所

前 言

什么是MATLAB

MATLAB是一种进行科学和工程计算的交互式程序。“MATLAB”是matrix laboratory的缩写。最初MATLAB用FORTRAN编写,通过它可以方便地调用LINPACK和EISPACK所设计开发的矩阵软件的各种过程。

MATLAB是一种交互式的系统,它的基本数据单元是不需要指定维数的矩阵,因此解决同样的数值计算问题,使用MATLAB要比使用诸如BASIC、FORTRAN和C等语言提高编程效率几倍,而且MATLAB对于问题的表达形式几乎同问题的数学表达形式完全一致。

MATLAB经过五年多的发展,它在大学的应用线性代数先行课程以及其它领域的高一级课程的教学过程中,已经成为标准的教学工具。在工业领域MATLAB被用于科研解决实际工程中数学上的问题,典型的应用包括:通用目的的数字计算,算法模式,解决一些新兴学科如自控理论,统计学,数字信号处理(时间序列分析)中矩阵运算这样一些特定目的的问题。

经高度优化后,运行在IBM和其它MS—DOS环境的个人计算机上的第二代MATLAB称为PC—MATLAB,在大型机上象SUN工作站和VAX计算机最新版本的MATLAB称为PRO—MATLAB,对于MACINTOSH机称作Mac—MATLAB。由于是用语言C编写的,所以MATLAB是一个高度“集成”的系统,它包括图形,可编程的宏汇编,IEEE算法,一个快速解释程序和许多分析命令。早期版本的用户将会发现新版本的MATLAB是一个功能很强的版本,MATLAB的新用户将会从开发老版本的实践中得到好处。两种用户都会发现MATLAB已发展得超出“矩阵实验室”的范围,而成为一种万能的数学运算“演算纸”。

MATLAB语言由五个主要部分组成:

(1)安装使用方法:这部分包含所要使用的计算机指南,包括安装指南,制作备份说明,系统的配置和调用程序,同时叙述了与系统相关的MATLAB的交互性。这种交互性一般指编辑命令和硬拷贝操作,对于SUN工作站或MACINTOSH文本来说附加的特点允许鼠标和窗系统工作。

(2)使用入门:使用入门是对MATLAB系统的基本特点介绍,包括矩阵计算,图形,语言特点及M—文件描述,给出大量的例子。

(3)系统辨识工具箱:其目的不仅在于计算领域,而且也在估计模型方面给用户的帮助。

(4)控制工具箱:其实现普遍的控制系统设计、分析及建模。

(5)命令手册:命令手册包括MATLAB功能命令的详尽描述,有关算法的详尽信息。

下面简单介绍如何使用这本手册:

当MATLAB安装并运行后,这本手册不会经常使用,系统的内含求助信息help和demo将会提供大部分运行程序所需的命令。

新用户开始时应很好读一下使用入门,最重要的是学会如何输入矩阵,如何使用“:”冒号操作符和如何调用函数。基本功能掌握后,即可不用手册,而用系统内含的求助信息来获取命

令的使用。

早期MATLAB版本的用户,熟悉使用入门后,将会发现新旧版本中图形和M—文件的重要不同点。熟悉其它机器上的MATLAB的用户应读一下PC—MATLAB找到所依赖的系统的特点。

实际应用中的用户可以依靠求助子系统也可以通过阅读命令手册来获得命令使用的详尽说明。

这本手册和其它Mathworks公司的出版物,描述了各种各样数值方法的问题解答,这些数值方法问题在近30年中扮演了很有趣的角色,从而找到了一种由3个单直边组成的L形区域的薄膜振动方法,在这个领域中的非凸面角产生了奇异的解答。因而对构成数学理论和计算方法的两个方面提出了挑战,这在波导、结构和半导体方面有重要的应用。

两位数值分析的奠基者George. Forsythe和J.H.Wilkinson 50年代就搞这项工作,本文作者之一在1965年用有限差技术计算出结果,典型的计算机运算是Stanford大学在一台IBM7090和一台Burroughs B5000上花费了半个小时的机时作出的。

最接近现在使用的第一个版本是由L.FOX,P.Henrici和C.Moler在1967年出版的,它用合并有限差分方法代替贝塞尔函数和三角函数组成基本差分方程,这个观点是一个用复分析函数实部虚部解决拉普拉斯方程的一个通则。早在70年代,新的矩阵算法特别是Gene Golubs的最小均方问题的正交技术提供了进一步的算法改进。

今天MATLAB使我们在有限的几行上表达出输入的算法,并用很少的时间在家用计算机上即可得到非常精确的结果,并且很方便地处理三维显示的结果。

MATLAB工作是Intel. ipsc多重处理开发示范程序中的一个步骤。这种多重处理机用来计算波动问题的时间波动方程和显示展开结果的移动图象。在应用库中已经包括MATLAB的应用程序,如:Membrane.m是应用库中的M—文件。

目 录

第一章 安装使用方法

1.1 概述	(1)
1.2 安装PC—MATLAB	(2)
1.2.1 安装在软盘上	(2)
1.2.2 安装在硬盘上	(2)
1.2.3 图形卡的特性	(3)
1.2.4 CONFIG. SYS	(4)
1.3 磁盘内容	(4)
1.4 调用PC—MATLAB	(5)
1.4.1 使用一个软盘驱动器	(5)
1.4.2 使用两个软盘驱动器	(5)
1.4.3 使用一个硬盘驱动器	(5)
1.5 命令行编辑和重调用	(6)
1.6 图形硬拷贝	(6)
1.6.1 屏幕拷贝	(7)
1.6.2 使用GPP	(7)
1.6.3 配置GRAPH	(9)
1.6.4 打印装置	(10)
1.6.5 GSS/CGI 打印	(10)
1.6.6 笔文件	(11)
1.7 使用编辑和其它外部程序	(11)
1.7.1 使用外部程序	(11)
1.7.2 使用编辑	(11)
1.8 环境参数	(12)
1.8.1 PATH	(12)
1.8.2 MATLAB PATH	(13)
1.9 PC的局限	(13)
1.10 安装工具箱	(14)
1.11 kermi	(14)
1.12 调用C和FORTRAN子程序	(15)
1.12.1 使用MEX文件	(15)
1.12.2 建立MEX文件	(15)
1.12.3 建立CMEX文件	(15)

1.12.4 建立FORTRAN MEX文件.....	(20)
-----------------------------	------

第二章 使用入门

2.1 基础知识.....	(24)
2.1.1 输入简单的矩阵.....	(24)
2.1.2 矩阵元素.....	(25)
2.1.3 状态和变量.....	(25)
2.1.4 who和固定变量.....	(26)
2.1.5 数和算术表达式.....	(27)
2.1.6 复数和矩阵.....	(27)
2.1.7 输出格式.....	(27)
2.1.8 求助功能.....	(28)
2.1.9 退出和存入工作空间.....	(28)
2.2 矩阵运算.....	(29)
2.2.1 转置.....	(29)
2.2.2 矩阵加和减.....	(29)
2.2.3 矩阵乘.....	(30)
2.2.4 矩阵除.....	(31)
2.2.5 矩阵乘方.....	(32)
2.2.6 矩阵的超越函数.....	(32)
2.3 数组运算.....	(33)
2.3.1 数组的加和减.....	(33)
2.3.2 数组的乘和除.....	(33)
2.3.3 数组的乘方.....	(33)
2.3.4 关系操作.....	(34)
2.3.5 逻辑操作.....	(35)
2.3.6 基本数学函数.....	(36)
2.4 向量和下标.....	(37)
2.4.1 产生向量.....	(37)
2.4.2 下标.....	(38)
2.4.3 具有0—1向量的下标.....	(39)
2.4.4 空矩阵.....	(39)
2.5 扩展的基础知识.....	(40)
2.5.1 多变量函数.....	(40)
2.5.2 矩阵构造函数.....	(40)
2.5.3 构造大的矩阵.....	(41)
2.5.4 磁盘文件.....	(41)
2.5.5 运行外部程序.....	(41)

2.6	数据处理	(42)
2.6.1	列定位分析	(42)
2.6.2	遗漏值(缺省值)	(44)
2.6.3	消去无关项	(45)
2.6.4	回归和曲线拟合	(45)
2.7	矩阵函数	(46)
2.7.1	分解三角函数	(47)
2.7.2	分解正交函数	(48)
2.7.3	奇异函数分解	(49)
2.7.4	本征值	(49)
2.7.5	秩	(50)
2.8	信号处理和多项式	(50)
2.8.1	多项式	(50)
2.8.2	信号处理	(51)
2.8.2.1	滤波器	(52)
2.8.2.2	FFT	(52)
2.9	绘图	(53)
2.9.1	X—Y绘图	(54)
2.9.2	基本形式	(54)
2.9.3	多重线	(56)
2.9.4	线和标注方式	(56)
2.9.4.1	形式	(56)
2.9.4.2	颜色	(56)
2.9.5	虚数和复数	(57)
2.9.6	对数极坐标及条形图	(57)
2.9.7	三维绘图	(57)
2.9.8	屏幕控制	(58)
2.9.9	人工标注坐标轴尺寸	(58)
2.9.10	硬拷贝	(59)
2.10	控制流语句	(59)
2.10.1	FOR循环	(59)
2.10.2	WHILE循环	(60)
2.10.3	IF和BREAK语句	(61)
2.11	M文件、文本及函数	(62)
2.11.1	文本文件	(62)
2.11.2	函数文件	(62)
2.11.3	应答输入和暂停	(64)
2.11.4	串和宏串	(64)

2.11.5 外部程序	(65)
2.12 输入输出数据	(66)
2.13 参考文献	(66)

第三章 系统辨识工具箱

3.1 引言	(68)
3.2 安装	(68)
3.3 系统辨识问题	(68)
3.3.1 系统描述	(68)
3.3.2 参数模型	(69)
3.3.3 辨识	(70)
3.4 模型表示	(71)
3.4.1 模型格式	(71)
3.4.2 格式间的转换	(72)
3.4.3 显示	(72)
3.4.4 模拟	(72)
3.5 模型估计	(73)
3.5.1 预测误差法	(73)
3.5.2 仪器变量法	(74)
3.5.3 谱分析	(74)
3.5.4 可选变量	(74)
3.6 模型确定	(75)
3.6.1 残差分析	(75)
3.6.2 无噪模拟	(76)
3.6.3 AKaibe最终预测误差准则	(76)
3.6.4 不同模型的比较	(76)
3.6.5 误差梯度预测的条件化	(77)
3.7 一个典型过程	(77)
3.8 时间序列和多输入系统	(78)
3.8.1 时间序列	(78)
3.8.2 多输入系统	(79)
3.9 数据处理	(79)
3.9.1 偏移级	(80)
3.9.2 外部影响	(80)
3.9.3 数据过滤	(80)
3.9.4 数据反馈	(80)
3.9.5 延时	(80)
3.10 特殊问题	(81)

3.10.1	内存超出	(81)
3.10.2	取样间隔	(81)
3.10.3	规则化	(81)
3.10.4	局部最小	(82)
3.10.5	初始条件	(82)
3.10.6	多输出系统	(82)
3.10.7	特定模型结构	(83)
3.11	参考文献	(84)
第四章 控制系统工具箱		
4.1	引言	(85)
4.2	安装	(85)
4.3	系统模型	(85)
4.3.1	状态空间	(85)
4.3.2	传输函数	(86)
4.3.3	零极增益	(86)
4.3.4	部分分式	(87)
4.3.5	离散时间	(87)
4.4	模型转换	(88)
4.5	可靠性计算	(89)
4.5.1	条件与数值稳定性	(90)
4.5.2	模型	(92)
4.5.2.1	状态空间模型	(92)
4.5.2.2	传函模型	(92)
4.5.2.3	零极增益模型	(96)
4.5.3	定标	(96)
4.5.4	小结	(97)
4.6	分析函数	(97)
4.7	闭环系统模型	(98)
4.8	模型降阶	(99)
4.9	设计函数	(99)
4.10	参考文献	(99)

第五章 命令手册

第五章 命令手册

abs	(107)
all	(108)
angle	(107)
ans	(157)
any	(108)
axis	(108)
bar	(142)
bessel	(109)
break	(109)
cascsen	(110)
ceil	(150)
chdir	(115)
chol	(110)
clc	(111)
clear	(111)
elg	(111)
clock	(111)
comtour	(137)
cond	(112)
conj	(130)
conv	(112)
corr	(113)
cov	(113)
cumprod	(154)
cumsum	(154)
deconv	(112)
delete	(115)
demo	(127)
det	(131)
dft	(120)
diag	(114)
diary	(114)
diff	(114)
dir	(115)
disp	(115)
echo	(116)

eig	(117)
else	(129)
end	(118)
eps	(157)
error	(109)
etime	(111)
eval	(118)
exist	(159)
exit	(153)
exp	(119)
expm	(120)
eye	(140)
fft	(120)
fftshift	(120)
filter	(122)
find	(123)
finite	(132)
fix	(150)
floor	(150)
flops	(123)
for	(124)
format	(124)
fprintf	(139)
freqs	(125)
freqz	(126)
funm	(120)
gamma	(109)
global	(127)
grid	(155)
help	(127)
hcss	(127)
hist	(128)
hold	(129)
home	(111)
if	(129)
imag	(130)
Inf	(157)
input	(130)

int2str	(139)
inv	(131)
isempty	(132)
isnan	(132)
keyboard	(133)
kron	(133)
length	(152)
load	(133)
log	(119)
log10	(119)
loglog	(142)
logspace	(135)
lu	(131)
M-files	(137)
magic	(140)
MATLABPATH	(135)
max	(136)
mean	(136)
median	(136)
mesh	(137)
meshdom	(137)
meta	(144)
min	(136)
NaN	(157)
nargin	(157)
nargout	(157)
norm	(138)
null	(140)
num2str	(139)
ones	(140)
orth	(140)
pack	(141)
pause	(141)
pi	(157)
pinv	(142)
plot	(142)
polar	(142)
poly	(149)

polyfit	(143)
polyval	(143)
print	(144)
prod	(154)
prtsc	(144)
qr	(144)
quit	(153)
qz	(146)
rand	(146)
rank	(147)
rat	(147)
rcond	(112)
real	(130)
rem	(150)
residue	(148)
return	(109)
roots	(149)
round	(150)
rref	(151)
save	(133)
schur	(127)
semilog	(142)
setstr	(151)
shg	(111)
sign	(150)
size	(152)
sort	(152)
spline	(152)
sprintf	(139)
sqrt	(119)
startup	(153)
std	(136)
subplot	(153)
sum	(153)
svd	(154)
tablel	(155)
text	(155)
title	(155)

translate	(156)
trig	(157)
tril	(114)
triu	(114)
type	(115)
what	(159)
while	(158)
who	(159)
xcorr	(112)
xlabel	(155)
ylabel	(155)
zeros	(140)
+ . * / \ ' ^	(159)
< <= > >= == - =	(160)
&	(160)
[]() - . , ' ; % !	(161)
:	(162)

第一章 安装使用方法

1.1 概述PC—MATLAB

如果您对计算机很熟悉,您也应该读这页,这里是将PC—MATLAB安装到硬盘上的简要说明,如果您的机器只有软盘机,您就必须阅读全部手册。

[1]启动系统

[2]在硬盘上建立一个叫做\MATLAB的子目录,并将其做为您的当前目录。

[3]将PC—MATLAB一号软盘放入A驱动器中。

[4]确定\MATLAB是当前目录后,运行A:INSTALL HARD批处理文件,将1号软盘上的文件依次考入硬盘,然后再插入另外的盘(二号软盘、三号软盘——等等)将所有盘上的文件拷入硬盘。

[5]拷贝完后,从机器中取出最后一张软盘,将所有盘保存好。

[6]运行MATLAB

[7]再读手册。

系统要求

PC—MATLAB需要以下硬件和软件

·IBMPC,PC/XT,PC/AT或MS—DOS系统的计算机。

·最少320k内存。

·MS—DOS,PC—DOS至少2.0版本以上。

8087,80287,80387,数字协处理器芯片。

·至少一个软磁盘驱动器。

以下为任选

·640K以上的内存(最好有)。

·彩色图形适配器,增强型图象适配器(EGA)、大力神单色图形卡或兼容的卡。如果使用了EGA,则EGA板上应有256k字节的存贮器,以便使图形获得色彩。

·与Epson兼容的点阵式打印机,苹果激光打印机,HP激光打印机与HPGL兼容的绘图仪或其它支持硬件(见6.2节)。

·图形软件系统(GSS)的CGI系统,一种驱动其它硬拷贝设备的驱动系统。

·第二软盘机或硬盘机,在硬盘上PC—MATLAB需要大约1.2M字节的空闲。

另外应准备三张空盘以作为工作盘。

本手册包含运行MATLAB的MS—DOSPC计算机的简介,其内容:

·安装指南:介绍软件的安装。

·Invocation指南:描述了如何在一个、两个及带有硬盘的机器上更好地启动MATLAB

·操作指南:介绍使用MATLAB的特性如编辑、图形和硬拷贝操作。

1.2 安装PC—MATLAB

这里的介绍以MS—DOS和PC机的基本工作原理为基础,如果对这些机器不太熟悉的话,建议再看一下PC机手册。配置PC—MATLAB其它可行方法,这取决于你计算机的磁盘机数量,下面的基本配置中会再说明。

PC—MATLAB版权所有,它只允许您按装在一台计算机上,请不要安装在你朋友的计算机上或另外的计算机上。

PC—MATLAB是建在三张或多于三张的 $360\text{kb}5\frac{1}{4}$ “软盘或两张 $720\text{kb}3\frac{1}{4}$ ”软盘或一张1.2Mb高密软盘上,这些盘上的文件,可以移到工作盘上或硬盘上。

1.2.1 将PC—MATLAB安装到软盘上

如何将PC—MATLAB安装到只有一个软盘驱动器的系统上,如果有硬盘,可直接阅读2.2节。如果没有硬盘,先要做一份备份。假设软盘机是A或两个驱动器A和B,以后所有给出的命令是MS—DOS命令。详细说明请查阅MS—DOS手册。

[1]格式化三张盘,取三张空盘,贴上标注,一张是PC—MATLAB程序盘,一张是应用程序盘,另一张是作图程序盘(GPP盘)。将MS—DOS系统盘插入A中,将程序盘(空盘)插入B中,并将其格式化。

```
A>FORMAT B:/S
```

[2]拷贝盘1:取出MS—DOS系统盘,将PC—MATLAB插入一号盘到A中输入:

```
A>INSTALL FLOPPY
```

这时运行一个批处理文件,将1号盘的程序拷贝到程序盘上,运行结束后,两张盘同时取出。

[3]用DISKCOPY拷贝2号、3号盘内容,将MS—DOS系统盘插入A中,键入:

```
A>DISKCOPY A: B:
```

将2号盘插入A中,将(空盘)应用程序盘插入B中,按任一健开始拷贝,当屏幕提示COPY another时,取出这两张盘,插入3号盘到A,空盘GPP盘到B,按回车键继续拷贝,当DISKCOPY完后取出盘,将1、2、3号盘放入盒内保存好。

1.2.2 安装到硬盘上

这一节说明如何将PC—MATLAB安装到硬盘上,若你没有硬盘,则只读2.1节即可。

假设驱动器A是软盘驱动器,驱动器C是硬盘驱动器。以下所用命令均来自MS—DOS命令,了解详细情况请参阅MS—DOS命令手册,或请教熟悉MS—DOS操作的用户。

安装步骤:

[1]在硬盘上建新目录;建立一个名为\MATLAB的子目录,并将其置为当前目录。

```
C>C:
```

```
C>MKDIR\MATLAB
```

```
C>CD\MATLAB
```

[2]将软盘上的文件放到硬盘上;

将PC—MATLAB1号盘插入驱动器A,然后键入命令

```
C>A:INSTALL HARD
```