

经管研究方法系列译丛

An
Introduction to
MATLAB
MATLAB for
导论

为行为研究者量身定制
Behavioral Researchers



Christopher R. Madan (加)克里斯托夫·R. 马登 著
武佩霞 译

经管研

An
Introduction to
MATLAB
MATLAB for
导论

为行为研究者量身定制
Behavioral Researchers

Christopher R. Madan (加)克里斯托夫·R. 马登 著
武佩霞 译

辽宁省版权局著作权合同登记号：图字06-2016-184号

Christopher R. Madan: An Introduction to MATLAB for Behavioral Researchers.

Copyright © 2014 by SAGE Publications, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

本书简体中文翻译版由SAGE出版公司授权东北财经大学出版社独家出版发行。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 导论：为行为研究者量身定制 / (加) 克里斯托夫·R. 马登 (Christopher R. Madan) 著；武佩霞译. —大连：东北财经大学出版社，2017.6
(经管研究方法系列译丛)
ISBN 978-7-5654-2684-1

I. M… II. ①克… ②武… III. Matlab 软件-应用-行为分析-研究 IV. B848.4-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第017570号

东北财经大学出版社出版发行

大连市黑石礁尖山街217号 邮政编码 116025

网 址 <http://www.dufe.cn>

读者信箱 dufep@dufe.edu.cn

大连图腾彩色印刷有限公司印刷

幅面尺寸：170mm×240mm 字数：265千字 印张：21.5

2017年6月第1版

2017年6月第1次印刷

责任编辑：刘东威 刘 佳

责任校对：王 玲 刘慧美

封面设计：冀贵收

版式设计：钟福建

定价：60.00元

教学支持 售后服务 联系电话：(0411) 84710309

版权所有 侵权必究 举报电话：(0411) 84710523

如有印装质量问题，请联系营销部：(0411) 84710711

前言

行为研究方法正在经历一场变革。伴随着数据分析方法的改变和计算机化进程的加快，我们的工作方式也要随之改变。依靠铅笔、纸和计算器进行数据分析的日子一去不返，我们已进入了高级计算的时代。

我叫克里斯托夫·R.马登，目前是艾伯塔大学心理学系的一名在读博士生。在读研究生之前，我做了多年的自由程序员。刚接触研究，我就意识到学习 MATLAB 对工作中的数据分析是至关重要的。以前我并没用过 MATLAB，但我知道 MATLAB 主要用于处理复杂计算，而且其分析环境比微软 Excel 或 IBM SPSS 更高效。尽管同类的其他软件也各有所长，但是 MATLAB 却成为我做分析的核心工具。当然，这主要归因于我的上司和同事也在用它。

我能很快掌握 MATLAB 语言的“逻辑”，要得益于先前的编程工作经历。而很多没有编程背景的同事要费尽九牛二虎之力，才能初步掌握把概念性想法转化为 MATLAB 语言的技巧。本书的目的在于帮助人们学会用 MATLAB 做简单的分析，同时为掌握行为研究中必备的技能——数据分析奠定基础。

本书采用一种有效的“用中学”方法：先给出一个数据集，同时提出问题，然后一起解决问题。在每章的结尾，我会给出一组类似的问题，留给你们自己解决，并在书后附有参考答案。在书末，我也提供了一些新的数据集

和对应的习题，给你们留出思考空间，运用自己新获得的 MATLAB 技能来解决问题。不过，我还是会提供必要的指导，借此展示 MATLAB 的广度和灵活性。最后我建议，如果可能的话，尽量跟朋友一起来学习这本书。每个人都有自己的学习风格和学习能力，有些主题对一个人来说富有挑战，对另一个人来说就轻而易举，反之亦然。当需要有人助你一臂之力时，那么与人共同学习是非常有意义的。与人共同学习，你无需点灯熬夜，也不必独自承受挫败带来的沮丧。

我的研究领域是实验心理学/认知神经科学，希望本书能帮助到行为研究中各个领域的研究人员。尽管如此，对于非行为研究人员，本书也可以作为入门读本，甚至作为编程基础的概述和介绍。

在本书开始之前，首先要感谢我的家人以及艾伯塔大学和德国汉堡大学艾本多夫医学中心的同事们对我的支持，还要特别感谢 Yvonne Chen 对我的鼓励和建议，以及 Eric Legge 和 Jean-François Nankoo 在本书草稿阶段给我的反馈意见。我还想感谢 Leanna Cruikshank 和 Mayank Rehani，没有他们，我意识不到本书的重要性。最后，我想感谢 Jeremy Caplan 带我进入研究领域，并接触到 MATLAB。

www.sagepub.com/madan 网站有本书用到的所有数据。

克里斯托夫·R.马登

致谢

SAGE 和作者接受了审稿人的建议，感谢他们：

Britt Anderson，滑铁卢大学

Jake Clements，纽约州立大学杰纳苏学院

Ione Fine，华盛顿大学

Alen Hajnal，PhD，南密西西比大学

Joseph G. Johnson，迈阿密大学

Frank Schieber，南达科他大学

Paul R. Schrater，明尼苏达大学

Thomas Serre，布朗大学

Arthur G. Shapiro，美国大学

Pascal Wallisch，纽约大学

目 录

第1章 MATLAB基础	1
1.1 MATLAB概述	1
1.1.1 为什么把MATLAB用于行为研究?	1
1.2 准备工作	2
1.2.1 桌面布局	2
1.2.2 复制和粘贴	4
1.3 手动输入数据	4
1.4 MATLAB约定	10
1.4.1 分号	10
1.4.2 工作空间	10
1.5 变量操作	11
1.5.1 单值变量	11
1.5.2 取整函数	12
1.6 变量的数学运算	12
1.6.1 加法和减法运算	13
1.6.2 乘法和除法运算	13
1.6.3 变量转置	14
1.7 数据提取	16

1.8 退出	21
1.9 小结	22
第2章 MATLAB数据	23
2.1 函数	23
2.2 路径	24
2.2.1 自定义函数文件夹	24
2.2.2 当前工作目录	26
2.3 新型变量：字符串	27
2.4 导航目录	28
2.4.1 GUI方法	28
2.4.2 命令行方法	28
2.4.3 返回主页	29
2.5 按TAB完成输入	30
2.6 打开数据文件	31
2.6.1 load 函数	31
2.6.2 dlmread 函数	32
2.6.3 textscan 函数	33
2.7 新的变量类型：元胞数组	43
2.7.1 打开自定义数据文件	47
2.8 创建新目录	48
2.9 导出数据	49
2.9.1 save 函数	49
2.9.2 dlmwrite 函数	50
2.9.3 控制数据输出	51

第3章 基本分析	54
3.1 帮助	54
3.2 描述统计量	56
3.3 元素比较	59
3.4 逻辑运算符	60
3.5 数据分离	64
3.6 文本数据分析	67
3.7 函数嵌套	72
3.8 NaN 值	78
3.9 括号不对称或不匹配	79
第4章 绘图	82
4.1 绘图基础：循序渐进	83
4.2 保存图形	88
4.3 绘图方法节选	89
4.3.1 水平条形图	89
4.3.2 折线图	90
4.3.3 误差线	91
4.3.4 散点图	94
4.3.5 二维图像矩阵	95
4.3.6 饼图	96
4.4 添加样式：线条颜色，标记等	96
4.4.1 颜色	96
4.4.2 线条样式	97
4.4.3 标记	98

4.4.4 更多颜色	100
4.5 绘制多条曲线	100
4.5.1 打开和关闭图形	102
4.6 图例	102
4.7 轴和图形高级定制	104
4.7.1 透明背景	105
4.8 边框	105
4.9 绘制三维图形	108
第5章 自动分析	110
5.1 脚本	110
5.1.1 ECHO, Echo, echo	113
5.2 注释	117
5.3 条件语句	117
5.4 循环	119
5.5 初始化矩阵	125
5.6 实际操作	126
5.6.1 新数据集	127
5.6.2 基本分析	127
5.6.3 跨受试者的自动分析	131
5.6.4 自动分析	136
5.6.5 合并变量	139
5.6.6 完成程序	151
5.7 创建交互式脚本	157
5.8 创建函数	161

5.9 工具箱	171
第6章 调试和优化	173
6.1 通用惯例	173
6.2 中断未响应代码	173
6.3 错误定位	174
6.4 常见错误：输入错误	175
6.5 常见错误：值相关	177
6.6 计时	182
6.7 分号	185
6.8 分析代码	191
6.9 新视角	192
第7章 基本统计量	195
7.1 置信区间	195
7.2 单样本和配对比较t检验	197
7.2.1 单样本t检验	199
7.2.2 配对样本t检验	202
7.2.3 调整t检验参数	205
7.3 独立样本t检验	207
7.4 相关性不蕴含因果关系	209
7.5 非参数相关性	211
7.6 其他统计检验	212
7.7 自助法	212
7.8 数据重组	216
7.9 进一步分析	221

第8章 汇总	223
8.1 决策数据	224
8.2 数学模拟	225
8.3 相关性和散点图	226
8.4 可视化二维响应：第一部分	227
8.5 可视化二维响应：第二部分	229
8.6 实验的制衡条件	232
第9章 结束语	233
9.1 新的开始	233
9.2 进一步展望	234
9.2.1 官方工具箱	234
9.2.2 MATLAB文件交换	235
9.2.3 第三方工具箱	235
9.3 其他软件	236
9.3.1 Octave	237
附录A 参考文献	238
附录B 参考答案	239
附录C 术语表	319

MATLAB 基础

学骑自行车之前（不是摔跟头的时候哦），我们首先要了解自行车的性能和基本操作。学习 MATLAB 也是如此。在踏上愉快的学习旅程之前，我们也要先了解 MATLAB 的性能和基本操作。

| 1.1 | MATLAB 概述

MATLAB 是 MATrix LABoratory（矩阵实验室）的缩写，由 MathWorks 公司（<http://www.mathworks.com>）开发。MATLAB 的最大优势在于它能够轻松地处理大数据并绘制图形，最终实现复杂的分析和建模功能。简而言之，MATLAB 专用于简化复杂的数值计算。

1.1.1 为什么把 MATLAB 用于行为研究？

除非你的导师或研究主管指定，否则在学习 MATLAB 之前你可能有一个疑问：为什么不用微软 Excel® 或 IBM SPSS® 进行数据分析，而要用 MATLAB 呢？对行为研究人员来说，这些软件也是非常有用的工具，但是它们多以图形化为导向，进行多步分析或重复分析时不如 MATLAB 高效（例如，求同一条件下一个受试者多次试验的平均表现，为进行统计比较，随后对各

个受试者重复同样的过程)。MATLAB 尤其擅长生成能够达到出版水平的图形，且无需多少手动操作。使用 MATLAB，可以通过命令很方便地调整图形的所有设置，而不用每次绘制新图形时都手动调整。

通过加载第三方工具箱（详见 9.2.3 节），在 MATLAB 中可实现 Excel 和 SPSS 所不能实现的分析，如圆形分布统计、数学模型仿真、影像学数据分析。你还可以用 MATLAB 做实验和收集数据，当然现在这些对我们来说有点儿超前。MATLAB 的学习曲线比 Excel 或 SPSS 的学习曲线更陡些。事实也证明，作为学者，不管是做学术研究还是在企业中发展，能够轻松地处理大数据都不啻为一项非常实用的技能。此外，尽管 MATLAB 的学习曲线比较陡，但如果采用“问题驱动”的方式来学习，而不是只抽象地学习它的各种功能，这个学习过程就会轻松得多。仅此而言，当你打算使用 MATLAB 做行为研究时，手头的这本书将是你最忠实的伙伴。

| 1.2 | 准备工作

开始之前，先要确保迈出正确的一步。MATLAB 主要使用命令行界面，在这里可以输入编程语言。不过，MATLAB 也含有多个窗口的图形用户界面 (GUI)，其中包括命令窗口、历史命令窗口等。

1.2.1 桌面布局

MATLAB 默认的桌面布局如图 1-1 所示。逐渐熟悉以后，还可以按照个人偏好来调整桌面布局。在 MATLAB 中，点击“桌面”的顶部菜单栏，选择想添加/删除的窗口名称来启用/禁用窗口。但是，如果不小心关闭了某些窗口，可以进入顶部菜单栏里的“桌面布局”，选择“默认”，快速重置桌面布局（见图 1-2）。



图 1-1 MATLAB 默认桌面布局

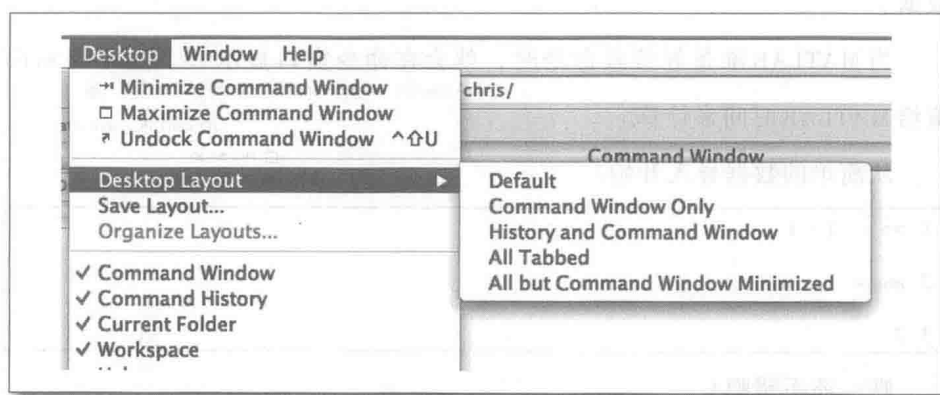


图 1-2 重置桌面布局

1.2.2 复制和粘贴

在 Windows 和 Mac 系统下，MATLAB 里的复制和粘贴基本跟预想的一样。在 Windows 系统下，分别使用 Ctrl + C 和 Ctrl + V 来复制和粘贴；在 Mac 系统下，复制和粘贴分别对应的是 ⌘+C 和 ⌘+V（⌘是命令/苹果键）。

在 Linux（如 Ubuntu，Debian，CentOS）系统下，情况就有点不同了。这里默认设置为“MATLAB 标准（Emacs）”，分别使用 Alt+W 和 Ctrl +Y 来复制和粘贴，大多数用户都不太习惯这种方式。要修改这两个快捷键，可以点击顶部菜单栏里的“文件（File）”，在下拉菜单里打开“环境设置（Preferences）”对话框。选择“键盘（Keyboard）”里的“命令窗口键绑定（Command window key bindings）”选项，按照所用的键盘类型设置为“Windows”（或“Mac”）。

| 1.3 | 手动输入数据

一切就绪，马上开始！先来认识 MATLAB 界面，试着导入一些原始数据。

当 MATLAB 准备好接收命令时，就会在命令窗口显示 >>。这是提示你留给 MATLAB 时间来计算。

从简单的数据导入开始。

```
1 >> 1 + 1  
2 ans =  
3 2
```

瞧，还不错吧！

贴士# 1

如果没有指定变量，MATLAB会暂时把计算结果存储为ans。在一般情况下，尽量避免在命令中使用ans，因为在工作时，ans的值不断跟着改变，从而导致建立在其基础上的代码不可靠。

与其任意选取数据输入，不如从公开发表的文献中选取一个实例。简单地说，从大学生中抽样得到一个IQ（智商）和脑容量数组成的数据集，目的是检验两者的相关性。确切地说，就是脑容量越大智商就越高吗？在这项研究中，Willerman, Schultz, Rutledge 和 Bigler（1991）抽取40名普通心理学专业的学生参与完成一次IQ测验（见书后参考文献部分）。要求在IQ测验中得分较高的受试者（ $IQ > 130$ ）或得分较低的受试者（ $IQ < 103$ ）继续参与第二个环节，即用MRI（核磁共振成像）扫描仪扫描并收集他们的大脑图像。研究者从MRI图像中删除对应头骨和脑膜的部分，只留下对应脑组织的那部分图像（像素）。个体的脑容量用对应于受试者大脑图像的面积之和来表示。在剔除性别和体型（包括身高和体重）的影响后，研究人员发现IQ和脑容量有很强的相关性。现在，先在MATLAB中手动输入10个受试者的IQ和脑容量数据以熟悉MATLAB。第2章我们将学习直接加载数据文件。

要把一系列数据作为变量输入，需用方括号（`[]`）括住值列表，用逗号（`,`）将值隔开，通过等号（`=`）赋值给变量iq（不是ans），并存储在变量里。为此，输入：

```
1 >> iq = [133,140,139,133,137,99,138,92,89,133]
2 iq =
3 133 140 139 133 137 99 138 92 89 133
```