

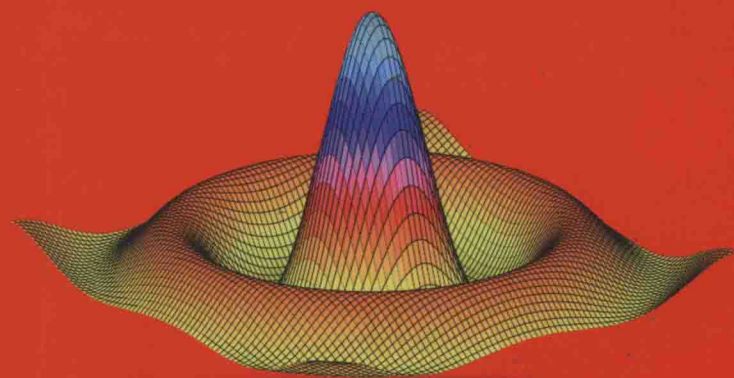


资深作者编写，基于MATLAB R2015a平台的数字图像处理的权威著作
系统性、实用性与先进性相结合，理论与实践相交融
书中提供了180多个MATLAB应用典型实例

MATLAB R2015A DIGITAL IMAGE PROCESSING

MATLAB

R2015a数字图像处理

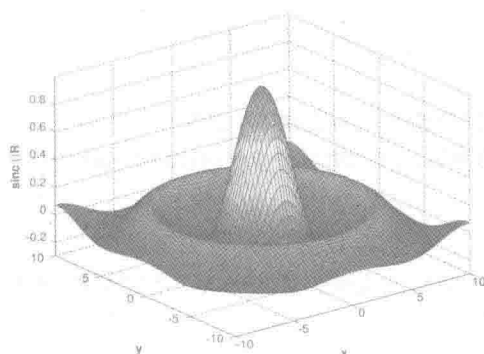


- 揭开MATLAB R2015a面纱
- 数字图像的基础
- 数字图像的运算
- 数字图像的变换
- 数字图像的增强
- 数字图像的复原
- 数字图像的分割
- 数字图像的编码
- 数字图像的形态学处理
- 数字图像的小波变换

丁伟雄◎编著
Ding Weixiong

清华大学出版社





MATLAB R2015A DIGITAL IMAGE PROCESSING

MATLAB

R2015a 数字图像处理



丁伟雄◎编著

Ding Weixiong

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以 MATLAB R2015a 为平台,全面、系统地介绍 MATLAB 在数字图像处理中的各种应用,重点给出 MATLAB 在图像处理中的实现方法,并给出相应的实例。

全书共 10 章,分别介绍了 MATLAB R2015a 的基础知识、数字图像的基本概念、图像的运算、图像的变换、图像的增强、图像的复原、图像的分割、图像的编码、图像的形态学处理及图像的小波变换等内容。编写力求系统性、实用性与先进性相结合,理论与实践相交融,使读者快速掌握 MATLAB 软件的同时,学习利用 MATLAB 解决数字图像的处理问题。

本书主要面向广大从事数字图像处理的工程设计人员、从事高等教育的教师、高等院校的在读学生及相关领域的广大科研人员。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB R2015a 数字图像处理/丁伟雄编著. —北京:清华大学出版社,2016
(精通 MATLAB)

ISBN 978-7-302-42924-1

I. ①M… II. ①丁… III. ①数字图像处理—Matlab 软件 IV. ①TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 030884 号

责任编辑:刘 星

封面设计:李召霞

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印刷者:清华大学印刷厂

装订者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.5

字 数:564 千字

版 次:2016 年 4 月第 1 版

印 次:2016 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.00 元

产品编号:067724-01

图像是客观对象的相似性、生动性的描述或写真,是人类社会活动中最常用的信息载体,或者说图像是客观对象的一种表示,包含被描述对象的有关信息,是人们最主要的信息源。据统计,一个人获取的信息大约有 75% 来自视觉。图像作为有效的信息载体,是人类获取和交换信息的主要来源,其直观性和易解性显而易见,是其他类信息所无法比拟的。

数字图像,又称数码图像或数位图像,是二维图像用有限数字数值像素的表示,由数组或矩阵表示,其光照位置和强度都是离散的。数字图像是由模拟图像数字化得到的,以像素为基本元素的,可以用数字计算机或数字电路存储和处理的图像。

随着计算机科学技术的不断发展以及人们在日常生活中的对图像信息的需求不断增长,数字图像处理技术在近年来得到了迅速的发展,成为当代科学研究和应用开发中一道亮丽的风景线。数字图像处理技术以其信息量大、处理和传输方便、应用范围广等一系列优点,成为人类获取信息的重要来源和利用信息的重要手段,并在宇宙探测、遥感、生物医学、工农业生产、办公自动化等领域得到了广泛应用,显示出良好的应用前景。数字图像处理技术已成为计算机科学、信息科学、生物科学、空间科学、气象学、统计学、工程科学、医学等学科的研究热点,是工院校电子信息、电气工程、医学生物工程等专业的必修课。

MATLAB R2015a 作为美国 MathWorks 公司开发的用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现的理想的集成环境,是目前最好的科学计算类软件。2015 年 3 月 MATLAB R2015a 最新版正式发行。MATLAB 主要面对科学计算、数据可视化、系统仿真及交互式程序设计的高科技计算环境。由于其功能强大,而且简单易学,MATLAB 软件已经成为高校教师、科研人员和工程技术人员的必学软件,能够极大地提高工作效率和质量。MATLAB 软件有一个专门的工具,即图像处理工具箱。图像处理工具箱由一系列支持图像处理操作的函数组成。MATLAB 支持 5 种图像类型,即索引图像、灰度图像、二值图像、RGB 图像和多帧图像阵列;支持 BMP、GIF、HDF、JPEG、PCX、PNG、TIFF、XWD、CUR、ICO 等图像文件格式的读、写和显示。在 MATLAB 中,可对图像进行诸如几何操作、线性滤波和滤波器设计、图像变换、图像分析与图像增强、二值图像操作以及形态学处理等图像处理操作。

在数字图像处理领域,对问题的求解通常需要宽泛的实验工作,包括软件模拟和大量样本图像的测试。虽然典型算法的开发是具有理论支持的,但这些算法的实现几乎总是要求参数估计,并常常进行算法修正与候选求解方案的比较。这样,灵活的、综合的以及成熟的软件开发环境就是关键因素,在开销、开发时间和图像处理求解方法上都具有重要意义。MATLAB 在数字图像处理中起到了重要的作用。本书具有以下特点:

1) 内容由浅入深,循序渐进

本书结构合理,循序渐进,不仅适合初学者阅读,也非常适合有一定图像处理基础的高级读者进一步学习。

2) 重点突出,目的明确

本书立足于基本理论,面向应用技术,以必需、够用为尺度,以掌握概念、强化应用为重点,加强理论知识和实际应用的统一。

3) 叙述翔实,实例丰富

本书有详细的实例,每个例子都经过精挑细选,有很强的针对性。书中的程序都有完整的代码,而且非常简洁和高效,便于读者学习和调试。

4) 易于学习,强化实践

本书以 MATLAB 为编程工具,通过大量典型实例的分析和实践,使读者较快地掌握数字图像处理系统的基本理论、方法、实用技术及一些典型应用。

5) 语言通俗,图文并茂

本书中的实例程序都有详细的注释和说明,程序的运行结果附有大量的图片,让读者对不同算法的运算结果有更加直观的印象。

MATLAB 软件功能强大,非常适合进行图像处理,适合各个水平读者的学习。本书共 10 章,主要包括:

第 1 章 揭开 MATLAB R2015a 面纱,主要介绍 MATLAB 的历史、特点, MATLAB R2015a 的新特性及 MATLAB 语言基础等内容。

第 2 章 数字图像的基础,主要介绍图像与数字图像的概念、图像的数据结构、图像的统计特征等内容。

第 3 章 数字图像的运算,主要介绍点运算、代数运算、几何运算、邻域处理等内容。

第 4 章 数字图像的变换,主要介绍傅里叶变换、离散余弦变换、Radon 变换及 Hough 变换等内容。

第 5 章 数字图像的增强,主要介绍线性滤波器增强、图像的统计特性、空间域滤波及频域滤波等内容。

第 6 章 数字图像的复原,主要介绍图像复原的模型、MATLAB 图像的复原方法、图像复原的其他相关函数等内容。

第 7 章 数字图像的分割,主要介绍阈值分割、区域分割、边缘分割等内容。

第 8 章 数字图像的编码,主要介绍图像压缩编码基础、熵编码、变换编码等内容。

第 9 章 数字图像的形态学处理,主要介绍形态学的基础知识、形态学的基本运算、形态学的应用、距离变换等内容。

第 10 章 数字图像的小波变换,主要介绍小波变换基础、二维小波函数、小波用于图像去噪处理、小波的图像融合等内容。

本书主要面向广大从事数字图像处理的工程设计人员、从事高等教育的教师、高等院校的在读学生及相关领域的广大科研人员。

本书主要由丁伟雄编写,此外参加编写的还有栾颖、周品、曾虹雁、邓俊辉、邓秀乾、邓耀隆、高泳崇、李嘉乐、李旭波、梁朗星、梁志成、刘超、刘泳、卢佳华、刘志为、张棣华、张金林、钟东山、李伟平、宋晓光 and 何正风。

由于时间仓促,加之作者水平有限,所以错误和疏漏之处在所难免。在此,诚恳地期望得到各领域的专家和广大读者的批评指正,有兴趣的读者可发邮件到 workemail6@163.com。

作者

2016 年 1 月

第 1 章 揭开 MATLAB R2015a 面纱	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的发展史	1
1.1.2 MATLAB 的主要特性	3
1.1.3 MATLAB 的优点	4
1.1.4 MATLAB R2015a 的新特性	5
1.2 MATLAB R2015a 的安装与激活	7
1.3 MATLAB R2015a 的工作环境	13
1.3.1 菜单/工具栏	14
1.3.2 命令行窗口	14
1.3.3 工作区	16
1.3.4 工作文件夹窗口	17
1.3.5 搜索路径	17
1.4 MATLAB R2015a 的帮助系统	19
1.4.1 纯文本帮助	20
1.4.2 Demos 帮助	21
1.4.3 帮助导航浏览器	21
1.5 MATLAB 语言基础	22
1.5.1 常量、变量和运算符	22
1.5.2 矩阵与数组	26
1.5.3 元胞数组	31
1.5.4 结构数组	33
1.5.5 符号运算	35
1.6 MATLAB 程序结构	37
1.6.1 循环结构	38
1.6.2 选择结构	40
第 2 章 数字图像的基础	44
2.1 数字图像处理的概述	44
2.1.1 什么是图像	44
2.1.2 图像的分类	44
2.1.3 数字图像的产生	45
2.1.4 数字图像的表达法	45
2.1.5 数字图像研究的内容	46

目录

2.1.6	数字图像处理的方法	47
2.2	图像的表示法	47
2.3	图像的数据结构	49
2.3.1	矩阵	49
2.3.2	链码	50
2.3.3	拓扑结构	50
2.3.4	关系结构	51
2.4	图像的统计特征	52
2.4.1	图像的基本统计分析量	52
2.4.2	数字图像的直方图	53
2.4.3	多维图像的统计特性	53
2.5	图像类型的转换	54
2.6	彩色模型的转换	56
2.6.1	颜色模型	56
2.6.2	MATLAB 中颜色模型转换	58
第3章	数字图像的运算	64
3.1	点运算	64
3.1.1	线性点运算	64
3.1.2	分段线性点运算	66
3.1.3	非线性变换	67
3.1.4	直方图修正	68
3.2	图像的代数运算	72
3.2.1	图像加法运算	72
3.2.2	图像减法运算	75
3.2.3	图像乘法运算	77
3.2.4	图像除法运算	79
3.3	图像的几何运算	80
3.3.1	齐次坐标	80
3.3.2	灰度插值	81
3.3.3	图像平移	84
3.3.4	图像旋转	87
3.3.5	图像比例缩放	89
3.3.6	图像的裁剪	93
3.3.7	图像错切变换	94

3.3.8	图像镜像变换	96
3.3.9	图像复合变换	98
3.4	邻域处理	100
3.4.1	滑动邻域处理	100
3.4.2	分离块操作	102
3.4.3	快速邻域操作	103
第4章	数字图像的变换	106
4.1	傅里叶变换	106
4.1.1	傅里叶变换的物理意义	106
4.1.2	傅里叶变换的定义	107
4.1.3	二维离散傅里叶变换的性质	110
4.1.4	傅里叶变换的实现	111
4.1.5	傅里叶变换的应用	113
4.2	离散余弦变换	116
4.3	离散哈达玛变换	119
4.4	Radon 变换	120
4.4.1	Radon 变换的定义	121
4.4.2	Radon 变换检测直线	122
4.4.3	Radon 反变换	124
4.5	Fan-Beam 变换	125
4.5.1	Fan-Beam 投影变换	125
4.5.2	Fan-Beam 变换实现	125
4.6	Hough 变换	128
4.6.1	Hough 变换的基本原理	128
4.6.2	Hough 变换的应用	129
第5章	数字图像的增强	134
5.1	图像增强技术概述	134
5.2	图像质量评价介绍	135
5.3	线性滤波器增强	135
5.3.1	卷积	135
5.3.2	相关	136
5.3.3	滤波的实现	136
5.3.4	预定义滤波器	141
5.4	图像的统计特性	143

目录

5.4.1	图像均值	143
5.4.2	图像的标准差	144
5.4.3	图像的相关系数	145
5.4.4	图像的等高线	145
5.5	空间域滤波	146
5.5.1	图像加入噪声	146
5.5.2	中值滤波器	147
5.5.3	自适应滤波器	149
5.5.4	排序滤波	150
5.5.5	锐化滤波	151
5.6	频域滤波	156
5.6.1	有限冲激响应滤波	156
5.6.2	低通滤波	161
5.6.3	高通滤波	163
5.6.4	高斯带阻滤波	165
5.6.5	同态滤波	167
第 6 章	数字图像的复原	169
6.1	图像复原概述	169
6.2	图像的噪声	170
6.3	图像复原的模型	174
6.3.1	复原的模型	174
6.3.2	无约束复原法	174
6.3.3	有约束复原法	175
6.3.4	复原法的评估	175
6.4	MATLAB 图像的复原方法	175
6.4.1	逆滤波复原法	176
6.4.2	维纳滤波复原法	177
6.4.3	最小约束二乘复原法	179
6.4.4	Lucy-Richardson 复原法	181
6.4.5	盲卷积复原法	184
6.5	图像复原的其他相关函数	186
第 7 章	数字图像的分割	189
7.1	阈值分割	189
7.1.1	灰度阈值分割	190

7.1.2	直方图阈值分割	193
7.1.3	最大熵阈值分割	198
7.1.4	分水岭法	201
7.2	区域分割	203
7.2.1	区域生长法	203
7.2.2	分裂-合并法	207
7.3	边缘分割	209
7.3.1	梯度算子	209
7.3.2	一阶微分算子	210
7.3.3	二阶微分算子	213
7.4	彩色空间分割	217
第 8 章	数字图像的编码	223
8.1	图像压缩编码基础	223
8.1.1	图像压缩编码的必要性	223
8.1.2	图像压缩编码的可能性	224
8.1.3	图像压缩编码的性能指标	225
8.1.4	保真度准则的评价	226
8.1.5	压缩编码的分类	227
8.2	熵编码	228
8.2.1	哈夫曼编码	228
8.2.2	香农编码	235
8.2.3	算术编码	236
8.3	变换编码	239
8.4	行程编程	241
8.5	预测编码	244
8.5.1	DPCM 编码	244
8.5.2	最佳线性预测编码法	248
8.5.3	增量调制编码	251
8.6	标准图像压缩编码 JPEG	252
第 9 章	数字图像的形态学处理	260
9.1	数学形态学的概述	260
9.2	形态学的基本概念	261
9.3	数学形态学的分类	261
9.4	形态学的基本运算	263

9.4.1	边界像素	264
9.4.2	结构元素	264
9.4.3	膨胀与腐蚀	267
9.4.4	开运算与闭运算	272
9.4.5	形态学重构	274
9.5	形态学的应用	275
9.5.1	形态学滤波	275
9.5.2	骨架提取	277
9.5.3	边界提取	279
9.5.4	击中/击不中	280
9.5.5	图像填充操作	281
9.5.6	最大值最小值	282
9.6	距离变换	286
9.7	图像的标记与测量	290
9.7.1	连通区域标记	290
9.7.2	边界测定	291
9.7.3	查表操作	293
9.7.4	对象选择	294
9.7.5	图像的面积	295
9.7.6	图像的欧拉数	296
第 10 章	数字图像的小波变换	297
10.1	小波变换基础	297
10.1.1	小波变换的定义	297
10.1.2	小波变换的快速算法	301
10.1.3	小波包变换	305
10.1.4	小波变换的优点	306
10.2	数字图像的小波变换工具箱	306
10.3	二维小波函数	317
10.3.1	二维小波变换分解函数	318
10.3.2	二维小波的重构函数	321
10.3.3	提取系数	328
10.4	小波用于图像去噪处理	330
10.4.1	去噪原理	330
10.4.2	去噪实现	331

10.5	小波用于图像压缩.....	336
10.5.1	压缩原理.....	336
10.5.2	压缩实现.....	337
10.6	小波在图像增强中的应用.....	340
10.7	小波的图像融合.....	341
10.7.1	融合原理.....	341
10.7.2	融合实现.....	342
10.8	小波包的图像边缘检测.....	346
参考文献		348

和其他数学软件相比, MATLAB 具有简洁直观、使用方便、符合人们的习惯思维、库函数丰富等优点。除卓越的数值计算功能外, MATLAB 还具有专业水平的符号计算、文字处理、可视化建模仿真等功能, 几乎能解决所有的工程计算问题。在欧美等国外高校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具。

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件, 用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级计算语言和交互式环境, 主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。

MATLAB、Mathematica 和 Maple 并称为三大数学软件。数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面首屈一指。MATLAB 可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等, 主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。

MATLAB 的基本数据单位是矩阵, 它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似, 故用 MATLAB 来解算问题要比用 C、FORTRAN 等语言简捷得多, 并且 MATLAB 也吸收了 Maple 等软件的优点, 使 MATLAB 成为一个强大的数学软件。MATLAB 在新的版本中也加入了对 C、FORTRAN、C++、Java 的支持。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 最初是由 Clever Moler 用 FORTRAN 语言设计的, 有关矩阵的算法来自 Linpack 和 Eispack 课题的研究成果。

1.1.1 MATLAB 的发展史

起初, MATLAB 是专门用于矩阵计算的一种数学软件, 但伴随着 MATLAB 的逐步市场化, 其功能也越来越强大。从 MATLAB 4.1 开始, MATLAB 拥有自己的符号运算功能, 从而可以代替其他一些专用

的符号计算软件。

在 MATLAB 环境下,用户可以集成地进行程序设计、数值计算、图形绘制、输出/输出、文件管理等多项操作。MATLAB 提供了数据分析、算法实现与应用开发的交互式开发环境,经历了 20 多年的发展历程。

20 世纪 70 年代中期,美国新墨西哥大学计算机系主任 Clever Moler 博士和其同事在美国国家自然科学基金的资助下,开发了调用 Linpack 和 Eispack 的 FORTRAN 子程序。20 世纪 70 年代后期,Moler 博士编写了相应的接口程序,并将其命名为 MATLAB。

1983 年,John Little、Moler 和 Bangert 等一起合作开发了第 2 代专业版 MATLAB。1984 年,Moler 博士和一批数学专家、软件专家成立了 MathWorks 公司,继续 MATLAB 软件的研制与开发,并着力将软件推向市场。

1983 年,MathWorks 公司连续推出了 MATLAB 3. x(第 1 个 Windows 版本)、MATLAB 4.0。1997 年,MathWorks 公司推出了 MATLAB 5.0。2001 年,MathWorks 公司推出了 MATLAB 6. x。2004 年,MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.0。MATLAB 5.3 对应于 Release12,MATLAB 6.0 对应于 Release13,而 MATLAB 7.0 对应于 Release 14。

MATLAB 分为总包和若干工具箱,随着版本的不断升级,它具有越来越强大的数值计算能力、更为卓越的数据可视化能力及良好的符号计算功能,逐步发展为各种学科、多种工作平台下功能强大的大型软件,获得了广大科技工作者的普遍认可。一方面,MATLAB 可以方便实现数值分析、优化分析、数据处理、自动控制、信号处理等领域的数学计算;另一方面,也可以快捷实现计算可视化、图形绘制、场景创建和渲染、图像处理、虚拟现实和地图制作等分析处理工作。在欧美许多高校,MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、概率论及数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本数学工具,是本科生、研究生攻读学位必须掌握的基本技能。在国内,这一语言也正逐步成为一些大学理工科专业的重要选修课。

MATLAB 的发展历程如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 发展历程

版 本 号	建 造 编 号	发 布 时 间
MATLAB 1.0		1984
MATLAB 2		1986
MATLAB 3		1987
MATLAB 3.5		1990
MATLAB 4		1992
MATLAB 4.2C	R7	1994
MATLAB 5.0	R8	1996
MATLAB 5.1	R9	1997
MATLAB 5.1.1	R9.1	1997
MATLAB 5.2	R10	1998
MATLAB 5.2.1	R10.1	1998
MATLAB 5.3	R11	1999
MATLAB 5.31	R11.1	1999

续表

版本号	建造编号	发布时间
MATLAB 6.0	R12	2000
MATLAB 6.1	R12.1	2001
MATLAB 6.5	R13	2002
MATLAB 6.5.1	R13SP1	2003
MATLAB 6.5.2	R13SP2	2005
MATLAB 7	R14	2004
MATLAB 7.0.1	R14SP1	2004
MATLAB 7.0.4	R14SP2	2005
MATLAB 7.1	R14SP3	2005
MATLAB 7.2	R2006a	2006
MATLAB 7.3	R2006b	2006
MATLAB 7.4	R2007a	2007
MATLAB 7.5	R2007b	2007
MATLAB 7.6	R2008a	2008
MATLAB 7.7	R2008b	2008
MATLAB 7.8	R2009a	2009.3.6
MATLAB 7.9	R2009b	2009.9.4
MATLAB 7.10	R2010a	2010.3.5
MATLAB 7.11	R2010b	2010.9.3
MATLAB 7.12	R2011a	2011.4.8
MATLAB 7.13	R2011b	2011.9.1
MATLAB 7.14	R2012a	2012.3.1
MATLAB 8.0	R2012b	2012.9.11
MATLAB 8.1	R2013a	2013.3.7
MATLAB 8.2	R2013b	2013.9.9
MATLAB 8.3	R2014a	2014.3.6
MATLAB 8.4	R2014b	2014.10.2
MATLAB 8.5	R2015a	2015.3.6

1.1.2 MATLAB 的主要特性

作为一款强大的计算功能软件, MATLAB 具有以下特性:

- 用于数值计算、可视化和应用程序开发的高级语言;
- 可实现迭代式探查、设计及问题求解的交互式环境;
- 用于线性代数、统计、傅里叶分析、筛选、优化、数值积分以及常微分方程求解的数学函数;
- 用于数据可视化的内置图形以及用于创建自定义绘图的工具;
- 用于改进代码质量和可维护性并最大限度地发挥性能的开发工具;
- 用于构建自定义图形界面应用程序的工具;

- 可实现基于 MATLAB 的算法与外部应用程序和语言(如 C、Java、.NET 以及 Microsoft Excel)集成的函数。

1.1.3 MATLAB 的优点

与其他的计算机高级语言相比, MATLAB 具有许多非常明显的优点。

1. 编程环境

MATLAB 由一系列工具组成。这些工具方便用户使用 MATLAB 的函数和文件, 其中许多工具采用的是图形用户界面, 包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用于用户浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致, 更加接近 Windows 的标准界面, 人机交互性更强, 操作更简单。新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统, 极大地方便了用户的使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统, 程序不必经过编译就可以直接运行, 而且能够及时地报告出现的错误及进行出错原因分析。

2. 简单易用

MATLAB 是一个高级的矩阵/阵列语言, 它包含控制语句、函数、数据结构、输入和输出, 具有面向对象编程的特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步, 也可以先编写好一个较大的复杂的应用程序(M 文件)后再一起运行。新版本的 MATLAB 语言是基于最为流行的 C++ 语言基础上的, 因此语法特征与 C++ 语言极为相似, 而且更加简单, 更加符合科技人员对数学表达式的书写格式, 使之更利于非计算机专业的科技人员使用。另外, 可移植性好、可拓展性极强, 也是 MATLAB 能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

3. 强处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合, 拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数, 可以方便地实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果, 而且经过了各种优化和容错处理。在通常情况下, 用户可以用它来代替底层编程语言, 如 C 和 C++ 语言。在计算要求相同的情况下, 使用 MATLAB 时编程工作量会大大减少。MATLAB 的这些函数集包括从最简单最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换的复杂函数。函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等。

4. 图形处理

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能, 能将向量和矩阵用图形表

现出来,并且可以对图形进行标注和打印。高层次的作图包括二维和三维数据的可视化、图像处理、动画和表达式作图。可用于科学计算和工程绘图。新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能作了很大的改进和完善,不仅在一般数据可视化软件都具有的功能(例如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等)方面更加完善,而且对于一些其他软件所没有的功能(例如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等),MATLAB 同样表现了出色的处理能力。同时,对一些特殊的可视化要求,例如图形对话等,MATLAB 也有相应的功能函数,保证了用户不同层次的要求。另外,新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面(GUI)的制作上作了很大的改善,对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

5. 丰富的内部函数

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集和工具箱。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、LMI 控制、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半物理仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通信、电力系统仿真等领域,都在工具箱(Toolbox)家族中有自己的一席之地。

6. 程序接口

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 语言数学库和图形库,将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 语言代码。允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外,MATLAB 网页服务程序还容许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。MATLAB 的一个重要特色就是具有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱的特殊应用子程序。工具箱是 MATLAB 函数的子程序库,每一个工具箱都是为某一类学科专业和应用而定制的,主要包括信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面的应用。

7. 应用软件开发

MATLAB 在开发环境中,使用户更方便地控制多个文件和图形窗口;在编程方面支持函数嵌套、有条件中断等;在图形化方面,有了更强大的图形标注和处理功能,包括连接注释等;在输入/输出方面,可以直接与 Excel 和 HDF5 进行连接。

1.1.4 MATLAB R2015a 的新特性

MATLAB R2015a 包括 MATLAB 和 Simulink 产品的新功能,以及其他产品的更新和补丁。