

MATLAB仿真应用精品丛书

MATLAB R2017a

模式识别与智能计算

辛焕平 编著

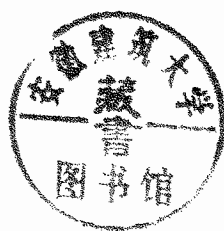
 中国工信出版集团

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

MATLAB 仿真应用精品丛书

MATLAB R2017a 模式识别 与智能计算

辛焕平 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以模式识别、智能算法应用为主线,以分析工程案例为辅助,做到了理论与实际算法相结合,详解设计思路和设计步骤,向读者展示了怎样运用 MATLAB R2017a 进行算法的设计与开发。全书共 12 章,包括 MATLAB 的基础知识、模式识别与智能计算的概念、神经网络的算法分析、RBF 网络的算法分析、模糊系统的算法分析、判别函数的算法分析、最优化的智能计算、遗传算法分析、粒子群算法分析、蚁群优化算法分析、模拟退火的算法分析、禁忌搜索的算法分析,让读者轻松利用 MATLAB 解决模式识别与智能计算等问题,领略到利用 MATLAB 实现模式识别与智能计算的简单、易学、易上手。

本书可作为广大在校本科生和研究生的学习用书,也可作为科研人员和工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB R2017a 模式识别与智能计算/辛焕平编著. —北京:电子工业出版社,2018.6

(MATLAB 仿真应用精品丛书)

ISBN 978-7-121-33540-2

I. ①M… II. ①辛… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 013642 号

策划编辑:陈韦凯

责任编辑:裴杰

印刷:三河市鑫金马印装有限公司

装订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:25.5 字数:652.8 千字

版次:2018 年 6 月第 1 版

印次:2018 年 6 月第 1 次印刷

印数:2 000 册 定价:69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: chenwk@phei.com.cn。

前 言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件。它作为一款科学计算软件逐渐被广大科研人员所接受，其强大的数据计算功能、图像可视化界面及代码的可移植性受到高校广大师生的认可。MATLAB 也是一款功能强大的仿真软件，现在 MathWorks 公司正在不断地开发各种开发板的集成接口及仿真器，真正做到理论与实际相结合，而且 MATLAB 每年更新两次，及时补充新的内容。因此，作为数据分析和计算方面的工作者和学习者，MATLAB 是一个较好的选择。

模式识别就是通过计算机用数学技术方法来研究模式的自动处理和判读。随着计算机技术的发展，人类有可能研究复杂的信息处理过程。模式识别已经成为当代高科技研究的重要领域之一，它已发展成为一门独立的新学科。模式识别技术迅速扩展，已经应用在人工智能、机器人、系统控制、遥感数据分析、生物医学工程、军事目标识别等领域，几乎遍及各个学科领域，在国民经济、国防建设、社会发展的各个方面得到了广泛应用，产生了深远的影响。

智能计算只是一种经验化的计算机思考性程序，是人工智能化体系的一个分支，也是辅助人类去处理各式问题的具有独立思考能力的系统。计算智能的主要方法有人工神经网络、遗传算法、遗传程序、演化程序、局部搜索、模拟退火等。计算智能的这些方法具有自学习、自组织、自适应的特征和简单、通用、鲁棒性强、适用于并行处理的优点，在并行搜索、联想记忆、模式识别、知识自动获取等方面得到了广泛的应用。

随着科学技术的发展，模式识别与智能计算逐渐深入人们的生活，在各个领域得到了广泛的应用，而 MATLAB 自身具有强大的计算功能，在各个领域应用广泛。因而本书以模式识别和智能计算为主线，以模式识别和智能计算与实际应用相结合的实例为基础，并结合编者多年的教学实践经验，介绍各种模式识别和智能计算在 MATLAB 中的实现方法。

全书围绕着利用 MATLAB 解决模式识别和智能计算等内容展开，分为 12 章。

第 1 章 走进 MATLAB R2017a，包括 MATLAB 的优势、MATLAB R2017a 的新功能特性、MATLAB 的基本元素、MATLAB 的可视化等内容。

第 2 章 模式识别与智能计算，包括模式识别、分类分析、聚类分析、距离判别分析、贝叶斯判别、智能计算等。

第 3 章 神经网络的算法分析，包括神经网络的基本概念、感知器神经网络、BP 神经网络、自组织竞争神经网络、反馈型神经网络等。

第 4 章 RBF 网络的算法分析，包括径向基神经网络、概率神经网络、广义回归神经网络等。

第 5 章 模糊系统的算法分析，包括模糊系统的理论基础、模糊逻辑工具箱、模糊模式识别的方法、模糊神经网络等。

第 6 章 判别函数的算法分析，包括核函数方法、基于核的主成分分析方法、基于核的 Fisher 判别方法、基于核的投影寻踪法等。

第 7 章 最优化的智能计算，包括最优问题的数学描述、线性规划智能计算、非线性规划智能计算、二次规划智能计算等。

第 8 章 遗传算法分析，包括遗传算法的基本概述、遗传算法的分析、控制参数的选择、

遗传算法的寻优计算、遗传算法求极大值等。

第9章 粒子群算法分析，包括 PSO 的寻优计算、微子群优化、PSO 改进策略等。

第10章 蚁群优化算法分析，包括人工蚂蚁与真实蚂蚁的异同、蚁群优化算法理论的研究现状、蚁群优化算法的基本原理、蚁群优化算法的改进、聚类问题的蚁群优化算法等。

第11章 模拟退火的算法分析，包括模拟退火的基本概念、模拟退火算法的基本原理、模拟退火的控制参数、模拟退火改进 K 均值聚类法等内容。

第12章 禁忌搜索的算法分析，包括局部邻域搜索、禁忌搜索的基本原理、禁忌搜索的关键技术、禁忌搜索的 MATLAB 实现等。

本书实用性强，应用范围广，可作为广大在校本科生和研究生的学习用书，也可作为广大科研人员、学者、工程技术人员的参考书。

为方便读者学习，本书提供案例源代码下载，读者可以登录华信教育资源网 (www.hxedu.com.cn) 查找本书免费下载。

本书主要由辛焕平编著，参与编著的还有张德丰、刘志为、栾颖、王宇华、吴茂、赵书兰、李晓东、何正风、丁伟雄、李娅、方清城、杨文茵、顾艳春、邓奋发。

由于时间仓促，加之编著者水平有限，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。

编著者

目 录

第 1 章 走进 MATLAB R2017a	1
1.1 了解 MATLAB	1
1.1.1 MATLAB 的优势	1
1.1.2 MATLAB R2017a 的新功能	2
1.1.3 MATLAB R2017a 的安装与激活	4
1.1.4 MATLAB R2017a 的工作界面	8
1.1.5 MATLAB 的快速入门	9
1.1.6 MATLAB 的程序设计	13
1.2 MATLAB 的帮助文档	17
1.2.1 常用帮助命令	18
1.2.2 其他帮助命令	21
1.3 MATLAB 的基本元素	23
1.3.1 赋值语句	23
1.3.2 矩阵及其元素表示	24
1.3.3 矩阵的变换函数	27
1.3.4 矩阵的代数运算	29
1.3.5 矩阵函数	30
1.4 MATLAB 的可视化	33
1.4.1 二维平面图形	33
1.4.2 三维绘图	38
第 2 章 模式识别与智能计算	43
2.1 模式识别	43
2.1.1 模式识别的定义	43
2.1.2 模式识别的分类	43
2.1.3 模式识别的方法	44
2.1.4 统计模式识别	45
2.1.5 模式识别的应用	45
2.1.6 模式识别的发展潜力	46
2.2 分类分析	47
2.2.1 分类器的设计	47
2.2.2 分类器的构造和实施	48
2.2.3 分类器的基本类型	49
2.2.4 分类器的准确度评估方法	50
2.3 聚类分析	51
2.3.1 聚类与分类的区别	51
2.3.2 聚类的定义	51



2.3.3	模式相似度	52
2.3.4	聚类准则	53
2.3.5	层次聚类法	55
2.3.6	动态聚类法	55
2.4	模式识别在科学研究中的应用	56
2.5	距离判别分析	67
2.6	贝叶斯判别	71
2.7	智能计算	75
2.8	基于群体智能优化的聚类分析	76
第 3 章	神经网络的算法分析	83
3.1	神经网络的基本概念	83
3.1.1	生物神经元的结构及功能特点	83
3.1.2	人工神经元模型	85
3.1.3	神经网络的分类	86
3.1.4	神经网络的学习	89
3.2	感知器神经网络	90
3.2.1	单层感知器	90
3.2.2	单层感知器的算法	91
3.2.3	感知器的实现	93
3.3	BP 神经网络	95
3.3.1	BP 神经网络的结构	96
3.3.2	BP 神经网络的学习算法	97
3.3.3	BP 神经网络的局限性	98
3.3.4	BP 神经网络的实现	99
3.4	自组织竞争神经网络	102
3.4.1	自组织竞争神经网络的结构	103
3.4.2	自组织竞争网络的学习策略	104
3.4.3	SOM 网的学习算法	106
3.4.4	学习矢量量化网络	108
3.4.5	自组织竞争网络的实现	109
3.5	反馈神经网络	118
3.5.1	Hopfield 神经网络	118
3.5.2	Elman 神经网络	124
第 4 章	RBF 网络的算法分析	131
4.1	径向基神经网络	131
4.1.1	RBF 神经网络结构	131
4.1.2	RBF 神经网络的训练	133
4.1.3	RBF 神经网络逼近	133
4.1.4	RBF 自校正控制	134

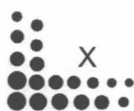
4.1.5	自适应 RBF 神经网络	135
4.1.6	RBF 神经网络的直接鲁棒自适应	137
4.1.7	径向基神经网络的优缺点	139
4.1.8	径向基神经网络的实现	140
4.2	概率神经网络	144
4.3	广义回归神经网络	150
4.3.1	广义回归神经网络的理论	150
4.3.2	广义回归神经网络的结构	151
4.3.3	广义回归神经网络的优点	152
4.3.4	广义神经网络的实现	153
第 5 章	模糊系统的算法分析	155
5.1	模糊系统的理论基础	155
5.1.1	模糊系统的研究领域	155
5.1.2	模糊集合	156
5.1.3	模糊规则	160
5.1.4	模糊推理	160
5.2	模糊逻辑工具箱	167
5.2.1	模糊逻辑工具箱的功能和特点	167
5.2.2	模糊推理系统的基本类型	168
5.2.3	模糊逻辑系统的构成	169
5.2.4	模糊逻辑系统的实现	169
5.3	模糊模式识别的方法	177
5.3.1	最大隶属度原则	177
5.3.2	选择原则	178
5.4	模糊神经网络	179
5.4.1	模糊神经网络的发展动向	180
5.4.2	Mamdani 模型的模糊神经网络	180
5.4.3	Takagi-Sugeno 模型的模糊神经网络	181
5.4.4	模糊神经系统的实现	182
5.5	模糊聚类分析	188
5.6	模糊逼近	194
5.6.1	模糊系统的设计	194
5.6.2	模糊系统的逼近精度	195
5.6.3	模糊逼近的实现	195
第 6 章	判别函数的算法分析	201
6.1	核函数方法	201
6.2	基于核的主成分分析方法	203
6.2.1	主成分分析	204
6.2.2	基于核的主成分分析	206



6.2.3	核主成分分析的实现	208
6.3	基于核的 Fisher 判别方法	214
6.3.1	Fisher 判别方法	214
6.3.2	基于核的 Fisher 算法的应用	214
6.4	基于核的投影寻踪法	217
6.4.1	投影寻踪法	217
6.4.2	基于核的投影寻踪分析	220
6.5	势函数法	224
6.6	支持向量机	229
第 7 章	最优化的智能计算	241
7.1	最优问题的数学描述	241
7.2	线性规划智能计算	243
7.2.1	线性规划问题的求解	245
7.2.2	线性规划的智能计算的实现	248
7.3	整数规划智能计算	251
7.3.1	整数规划的数学模型	252
7.3.2	整数规划的智能计算实现	256
7.4	非线性规划智能计算	259
7.4.1	非线性规划的数学模型	259
7.4.2	求解非线性规划智能计算的方法	259
7.4.3	非线性规划智能计算的实现	264
7.5	二次规划智能计算	268
7.5.1	二次规划问题的数学模型	268
7.5.2	二次规划问题的方法	269
7.5.3	二次规划的智能计算应用	269
7.6	多目标规划的智能计算	272
7.6.1	多目标规划的数学模型	272
7.6.2	多目标规划问题的处理方法	272
7.6.3	多目标规划智能计算的实例	277
第 8 章	遗传算法分析	281
8.1	遗传算法的基本概述	281
8.1.1	遗传算法的特点	282
8.1.2	遗传算法的不足	283
8.1.3	遗传算法的构成要素	283
8.1.4	遗传算法的应用步骤	284
8.1.5	遗传算法的应用领域	286
8.2	遗传算法的分析	287
8.2.1	染色的编码	287
8.2.2	适应度函数	288

8.2.3 遗传算子	289
8.3 控制参数的选择	291
8.4 遗传算法的 MATLAB 实现	292
8.5 遗传算法的寻优计算	293
8.6 遗传算法求极大值	298
8.6.1 二进制编码求极大值	299
8.6.2 实数编码求极大值	303
8.7 基于 GA_PSO 算法的寻优	307
8.8 GA 的旅行商问题求解	309
8.8.1 定义 TSP	310
8.8.2 遗传算法中的 TSP 算法步骤	310
8.8.3 地图 TSP 的求解	311
8.9 遗传算法在实际领域中的应用	313
第 9 章 粒子群算法分析	316
9.1 PSO 算法的寻优计算	316
9.1.1 基本粒子群的算法	317
9.1.2 粒子群算法的优化	318
9.2 粒子群优化	332
9.2.1 粒子群的基本原则	332
9.2.2 粒子的基本原理	332
9.2.3 参数分析	334
9.2.4 粒子算法的研究现状	334
9.2.5 粒子群算法研究的发展趋势	335
9.2.6 粒子群的应用	335
9.3 PSO 改进策略	339
9.3.1 粒子群算法的改进	339
9.3.2 加快粒子群算法的效率	340
第 10 章 蚁群优化算法分析	352
10.1 人工蚂蚁与真实蚂蚁的异同	352
10.2 蚁群优化算法理论的研究现状	353
10.3 蚁群优化算法的基本原理	354
10.3.1 蚁群优化算法的基本思想	354
10.3.2 蚁群优化算法的基本模型	355
10.3.3 蚁群优化算法的特点	357
10.3.4 蚁群优化算法的优缺点	358
10.4 蚁群优化算法的改进	359
10.4.1 自适应蚁群优化算法	359
10.4.2 融合遗传算法与蚁群优化算法	359
10.4.3 蚁群神经网络	359

10.5	聚类问题的蚁群优化算法	360
10.5.1	聚类数目已知的聚类问题	361
10.5.2	聚类数目未知的聚类问题	362
10.6	ACO 算法的 TSP 求解	363
第 11 章	模拟退火算法分析	375
11.1	模拟退火的基本概念	375
11.1.1	物理退火过程	375
11.1.2	Metropolis 准则	376
11.2	模拟退火算法的基本原理	376
11.3	模拟退火寻优的实现步骤	377
11.4	模拟退火的控制参数	377
11.5	模拟退火改进 K 均值聚类法	379
11.5.1	K 均值算法的局限性	379
11.5.2	模拟退火改进 K 均值聚类	380
11.5.3	几个重要参数的选择	380
11.5.4	算法流程	380
11.5.5	算法步骤	381
11.6	模拟退火的 MATLAB 实现	382
第 12 章	禁忌搜索算法分析	386
12.1	局部邻域搜索	386
12.2	禁忌搜索的基本原理	387
12.3	禁忌搜索的关键技术	389
12.4	禁忌搜索的 MATLAB 实现	391
	参考文献	397



第1章 走进 MATLAB R2017a



MATLAB R2017a 是 MATLAB 的新版本，是由美国 MathWorks 公司打造的一款商业软件，该软件也是世界顶级四大数学软件之一。MATLAB R2017a 比起之前的版本新增了时间表数据容器、新的工具箱 Risk Management Toolbox 等，可以使数据处理更加快速高效。

1.1 了解 MATLAB

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的一种跨平台的、用于矩阵数值计算的简单高效的数学语言。与其他计算机高级语言如 C、C++、FORTRAN、BASIC、Pascal 等相比，MATLAB 语言编程要简洁得多，编程语句更加接近数学描述，可读性好，其强大的图形功能和可视化数据处理能力也是其他高级语言望尘莫及的。对于具有任何一门高级语言基础的读者来说，学习 MATLAB 十分容易。但是，要用好 MATLAB 却不是在短时间内就可以达到的。这并不是因为 MATLAB 语言复杂难懂，而是实际问题的求解往往需要具备更多的数学知识和专业知识。MATLAB 使得人们摆脱了常规计算机编程的烦琐，让人们能够将大部分精力投入到研究问题的数学建模上。可以说，应用 MATLAB 这一数学计算和系统仿真的强大工具，可以使科学研究的效率得以成百倍的提高。

目前，MATLAB 已经广泛用于理工科大学从高等数学到几乎各门专业课程之中，成为这些课程进行虚拟实验的有效工具。在科研部门，MATLAB 更是极为广泛地得到了应用，成为全球科学家和工程师进行学术交流时首选的共同语言。

1.1.1 MATLAB 的优势

与其他高级语言相比，MATLAB 具有以下独特的优势。

(1) MATLAB 是一种跨平台的数学语言。采用 MATLAB 编写的程序可以在目前所有的操作系统上运行（只要这些系统上安装了 MATLAB 平台）。MATLAB 程序不依赖于计算机类型和操作系统类型。

(2) MATLAB 是一种超高级语言。MATLAB 平台本身是用 C 语言编写的，其中汇集了当前最新的数学算法库，是许多专业数学家和工程学者多年的劳动结晶。使用 MATLAB 意味着站在巨人的肩膀上观察和处理问题，所以在编程效率及程序的可读性、可靠性和可移植性上远远超过了常规的高级语言。这使得 MATLAB 成为了进行科学研究和数值计算的首选语言。

(3) MATLAB 语法简单，编程风格接近数学语言描述，是数学算法开发和验证的最佳工

具。MATLAB 以复数矩阵运算为基础，其基本编程单位是矩阵，使得编程简单而功能极为强大。对于常规语言中必须使用许多语句才能实现的功能，如矩阵分解、矩阵求逆、积分、快速傅里叶变换，甚至串口操作、声音的输入/输出等，在 MATLAB 中均用一两句指令即可实现。此外，MATLAB 中的数值算法是经过千锤百炼的，比用户自己编程实现的算法的可信度和可靠性都高。

(4) MATLAB 计算精度很高。MATLAB 中数据是以双精度存储的，一个实数采用 8 字节存储，而一个复数则采用 16 字节存储。通常矩阵运算精度高达 10^{15} 以上，完全能够满足一般工程和科学计算的需要。与其他语言相比，MATLAB 对计算机内存、硬盘空间的要求也是比较高的。

(5) MATLAB 具有强大的绘图功能。利用 MATLAB 的绘图功能，可以轻易地获得高质量的曲线图；MATLAB 具有多种形式来表达二维、三维图形，并具有强大的动画功能，可以非常直观地表现抽象的数值结果。这也是 MATLAB 广为流行的重要原因之一。

(6) MATLAB 具有串口操作、声音输入/输出等硬件操控能力。随着版本的提高，这种能力还会不断加强，使得人们利用计算机和实际硬件相连接的半实物仿真的梦想得以轻易实现。

(7) MATLAB 程序可以直接映射为 DSP 芯片可接受的代码，大大提高了现代电子通信设备的研发效率。

(8) MATLAB 的程序执行效率比其他语言低。MATLAB 程序通常是解释执行的，在执行效率和速度上低于其他高级语言。当然，如果对执行效率有特别要求，则可以采用 C 语言编制算法，然后通过 MATLAB 接口在 MATLAB 中执行。事实上，MATLAB 自带的许多内部函数均是用 C 语言编写并编译的，因此利用 MATLAB 内部函数的程序部分运行速度并不比其他语言中相应的函数低。

1.1.2 MATLAB R2017a 的新功能

MATLAB R2017a 是目前的新版本，其具有如下新功能。

(1) MATLAB 产品系列的更新。

① 引入 tall 数组用于操作超过内存限制的过大数据。

② 引入时间表数据容器用于索引和同步带时间戳的表格数据。

③ 增加在脚本中定义本地函数的功能以提高代码的重用性和可读性。

④ 通过使用 MATLAB 的 Java API 可以在 Java 程序中调用 MATLAB 代码。

⑤ MATLAB Mobile: 通过 MathWorks 云端的 iPhone 和 Android 传感器记录数据。

⑥ Database Toolbox: 提供用于检索 Neo4j 数据的图形化数据库界面。

⑦ MATLAB Compiler: 支持将 MATLAB 应用程序（包括 tall 数组）部署到 Spark 集群上。

⑧ Parallel Computing Toolbox: 能够在台式机、装有 MATLAB Distributed Computing Server 的服务器，以及 Spark 集群上利用 tall 数组进行大数据并行处理。

⑨ Statistics and Machine Learning Toolbox: 提供不受内存限制的大数据分析算法，包括



降维、描述性统计、K-均值聚类、线性递归、逻辑递归和判别分析。

⑩ **Statistics and Machine Learning Toolbox**: 提供可以自动调整机器学习算法参数的 Bayesian 优化算法以及可以选择机器学习模型特征的近邻成分分析。

⑪ **Statistics and Machine Learning Toolbox**: 其也支持使用 MATLABCoder 自动生成实现 SVM 和逻辑回归模型的 C/C++ 代码。

⑫ **Image Processing Toolbox**: 支持使用三维超像素的立体图像数据进行简单线性迭代聚类 (SLIC) 和三维中值滤波。

⑬ **Computer Vision System Toolbox**: 使用基于区域的卷积神经网络深度学习算法 (R-CNN) 进行对象检测。

⑭ **Risk Management Toolbox**: 一个新的工具箱, 用于开发风险模型和执行风险模拟。

⑮ **ThingSpeak**: 能够从联网的传感器采集数据, 并使用由 **Statistics and Machine Learning Toolbox**、**Signal Processing Toolbox**、**Curve Fitting Toolbox** 和 **Mapping Toolbox** 提供的函数在云端进行 MATLAB 分析。

(2) Simulink 产品系列更新如下。

① 使用 JIT 编译器提升在加速器模式下运行的仿真的性能。

② 能够初始化、重置并终止子系统, 进行动态启动和关闭行为建模。

③ 状态读取器和写入器模块可以从模型中的任何位置完全控制重置状态行为。

④ 对 Raspberry Pi 3 和 Google Nexus 的硬件支持。

⑤ **Simulink** 和 **Stateflow**: 简化参数和数据编辑的属性检查器、模型数据编辑器和符号管理器。

⑥ **Simscape**: 新增了一个模块库, 用于模拟理想气体、半理想气体以及实际气体系统。

(3) 信号处理和通信更新如下。

① **Signal Processing Toolbox**: 可用于执行多时序的时域和频域分析的信号分析仪应用程序。

② **Phased Array System Toolbox**: 针对空气传播和多路径传播对窄频和宽频信号的影响提供建模支持。

③ **WLAN System Toolbox**: IEEE 802.11ah 支持和多用户 MIMO 功能。

④ **Audio System Toolbox**: 音频插件托管功能, 可在 MATLAB 中直接运行和测试 VST 插件。

(4) 代码生成更新如下。

① 交叉发布代码集成功能使得可以重用较早版本生成的代码。

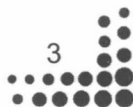
② 能够生成可用于任何软件环境的可插入式代码, 包括动态启动和关闭行为。

③ 支持仿真 AUTOSAR 基础软件, 包括 **Diagnostic Event Manager (DEM)** 和 **NVRAM Manager (NvM)**。

④ **HDL Coder**: 根据设定的目标时钟频率, 以寄存器插入方式自适应流水化, 以及可用于显示和分析转换和状态的逻辑分析仪 (搭配使用 **DSP System Toolbox**)。

(5) 验证和确认更新如下。

① **Simulink Verification and Validation**: **Edit-time checking** 功能, 可帮助用户在设计时发现并修复标准合规性问题。



- ② Simulink Test: 用于进行测试评估的自定义标准的功能。
- ③ HDL Verifier: FPGA 数据采集功能, 用于探测要在 MATLAB 或 Simulink 中进行分析的内部 FPGA 信号。
- ④ Polyspace Bug Finder: 支持 CERT C 编码规范, 以用于网络安全漏洞检测。

1.1.3 MATLAB R2017a 的安装与激活

MATLAB R2017a 的安装与激活主要分为以下步骤。

(1) 将 MATLAB R2017a 的安装盘放入 CD-ROM 驱动器, 系统将自动运行程序, 进入初始化界面。

(2) 启动安装程序后显示的是 MathWorks 安装程序对话框, 如图 1-1 所示。选中“使用文件安装密钥”单选按钮, 再单击“下一步”按钮。

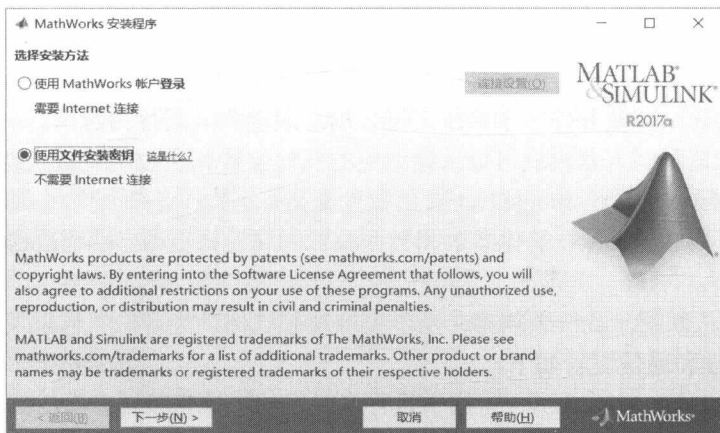


图 1-1 MathWorks 安装程序

(3) 弹出如图 1-2 所示的“许可协议”对话框, 如果同意 MathWorks 公司的安装许可协议, 选中“是”单选按钮, 单击“下一步”按钮。

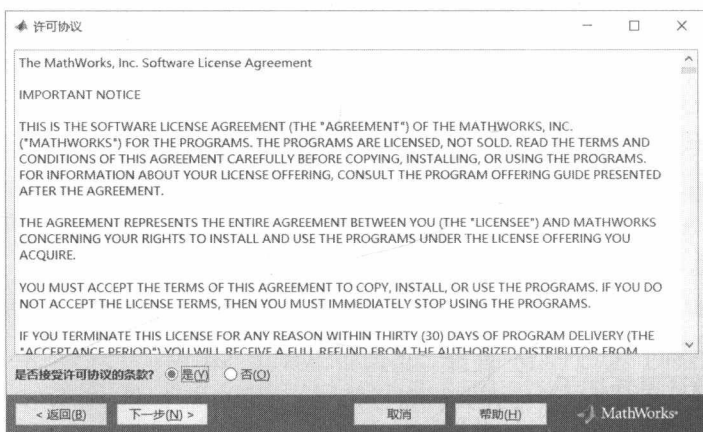


图 1-2 许可协议界面



(4) 弹出如图 1-3 所示的“文件安装密钥”对话框，选中“我已有我的许可证的文件安装密钥”单选按钮，单击“下一步”按钮。

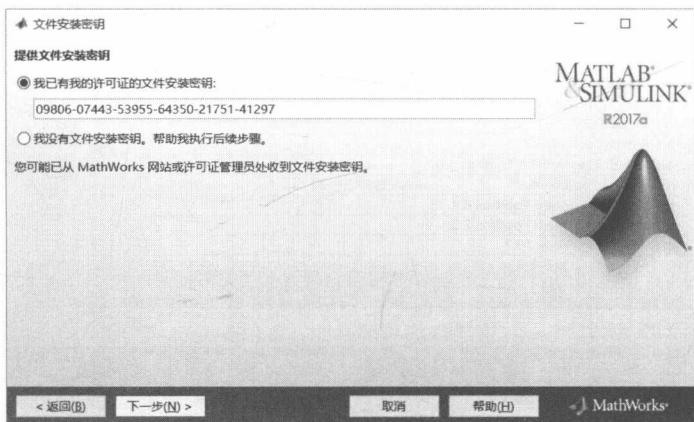


图 1-3 文件安装密钥界面

(5) 如果输入正确的钥匙，则系统将弹出如图 1-4 所示的“文件夹选择”对话框，可以将 MATLAB 安装在默认路径中，也可自定义路径。如果需要自定义路径，则可单击“输入安装文件夹的完整路径”文本框右侧的“浏览”按钮，再单击“下一步”按钮。

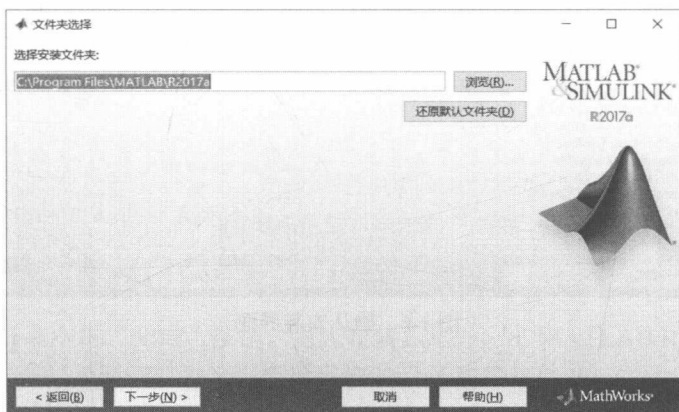


图 1-4 文件夹选择界面

(6) 确定安装路径并进行下一步操作，系统将弹出如图 1-5 所示的“产品选择”对话框，可以看到用户所默认安装的 MATLAB 组件、安装文件夹等相关信息，单击“下一步”按钮。

(7) 在完成对安装文件的选择后，即弹出如图 1-6 所示的“确认”对话框，在该界面中，即列出了前面所选择的内容，包括路径、安装文件的大小、安装的产品等，确认无误后，单击“安装”按钮进行安装即可。

(8) 在安装过程中，软件将显示安装进度条，如图 1-7 所示。用户需要等待产品组件安装完成。

(9) 软件安装完成后，将进入产品配置说明界面，在该界面中说明了安装完成 MATLAB 后应要设置哪些配置软件才可正常运行，效果如图 1-8 所示。



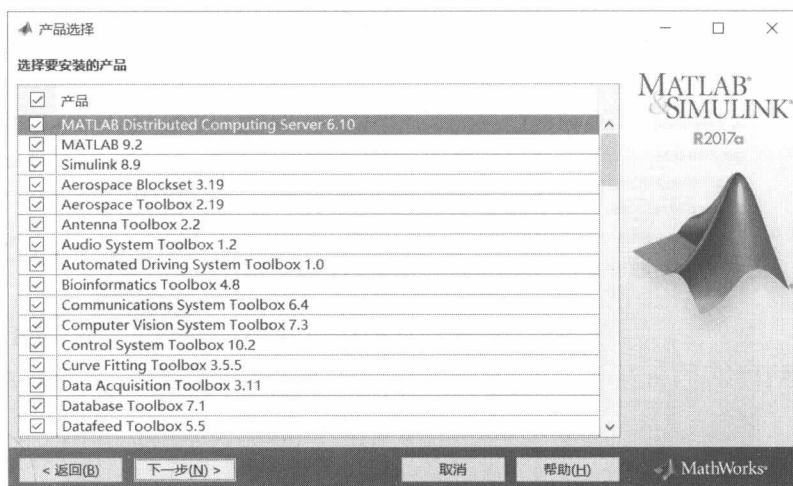


图 1-5 产品选择界面

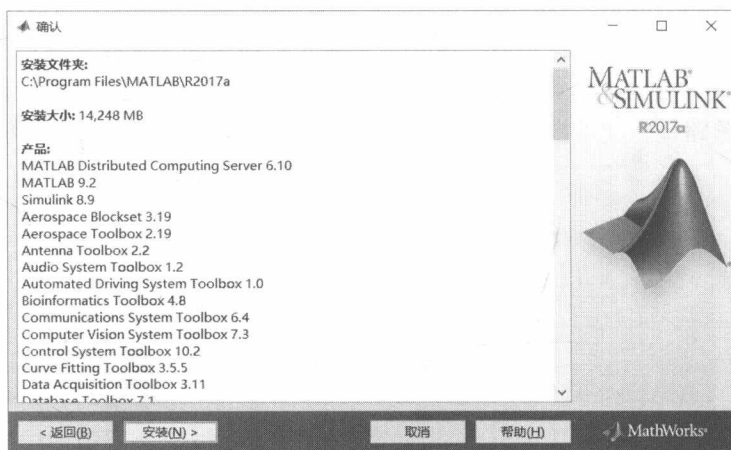


图 1-6 确认安装界面

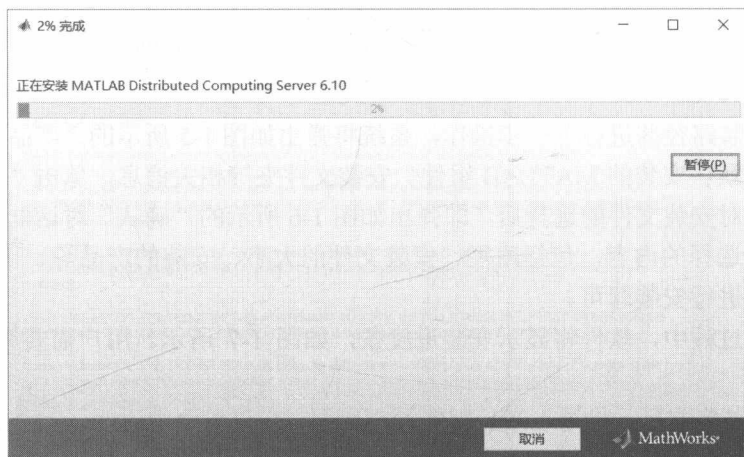


图 1-7 安装进度界面