



# MATLAB

## 计算机视觉与深度学习实战

刘衍琦 詹福宇 蒋献文 周华英 编著

**赠** 在线交流卡和本书源码

- ◎ MATLAB 计算机视觉与深度学习精华案例集锦
- ◎ 知识面广阔，涵盖数字图像处理的基本模块
- ◎ 详细讲解算法设计与程序实现



# MATLAB

## 计算机视觉与深度学习实战

藏书

刘衍琦 詹福宇 蒋献文 周华英 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

《MATLAB 计算机视觉与深度学习实战》详细讲解了 30 个 MATLAB 计算机视觉与深度学习案例（含可运行程序），涉及雾霾去噪、答题卡自动阅卷、肺部图像分割、小波数字水印、图像检索、人脸二维码识别、车牌定位及识别、霍夫曼图像压缩、手写数字识别、英文字符文本识别、眼前节组织提取、全景图像拼接、小波图像融合、基于语音识别的音频信号模拟灯控、路面裂缝检测识别、视频运动估计追踪、Simulink 图像处理、胸片及肝脏分割、基于深度学习的汽车目标检测、基于计算机视觉的自动驾驶应用、基于深度学习的视觉场景识别等多项重要技术，涵盖了数字图像处理中几乎所有的基本模块，并延伸到了深度学习的理论及其应用方面。

工欲善其事，必先利其器，《MATLAB 计算机视觉与深度学习实战》对每个数字图像处理的知识都提供了丰富生动的案例素材，并详细讲解了其 MATLAB 实验的核心程序，通过对这些示例程序的阅读理解和仿真运行，读者可以更加深刻地理解图像处理的内容，并且更加熟练地掌握 MATLAB 中各种函数在图像处理领域中的用法。

本书以案例为基础，结构布局紧凑，内容深入浅出，实验简捷高效，适合计算机、信号通信和自动化等相关专业的教师、本科生、研究生，以及广大从事数字图像处理的工程研发人员阅读参考。

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 计算机视觉与深度学习实战 / 刘衍琦等编著. —北京：电子工业出版社，2017.6  
ISBN 978-7-121-31550-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 108293 号

策划编辑：张国霞

责任编辑：徐津平

印 刷：三河市华成印务有限公司

装 订：三河市华成印务有限公司

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：787×980 1/16 印张：26.5 字数：610 千字

版 次：2017 年 6 月第 1 版

印 次：2017 年 6 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：79.00 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](mailto:zlts@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：010-51260888-819 [faq@phei.com.cn](mailto:faq@phei.com.cn)。



# 推荐序

在当今的信息化社会，图像是人类赖以获取信息的最重要来源之一。随着计算机技术的迅猛发展，图像技术与计算机技术不断融合，产生了一系列图像处理软件如 MATLAB 等，这些软件的广泛应用为图像技术的发展提供了强大的支持。

MATLAB 已成为国际公认的最优秀的科技应用软件之一，具有编程简单、数据可视化功能强、可操作性强等特点，而且配有功能强大、专业函数丰富的图像处理工具箱，是进行图像处理必备的软件工具。

现有的 MATLAB 图像处理著作多是讲解图像处理中的经典理论与算法，鲜有解决实际问题的案例。而在《MATLAB 计算机视觉与深度学习实战》中，作者将自己在多年的实践中积累的案例与读者分享，其中关于图像去雾、图像去噪、图像识别等方面的相关内容都紧跟图像研究热点，对于刚开始接触相关领域的研究者来说，是很好的入门教程。

《MATLAB 计算机视觉与深度学习实战》的一大特点是，它对于每个案例都有详细的理论基础介绍，并配备了实例代码和注释，不仅可以让初学者很快学习到代码编写方面的知识，还可以让读者在动手实践的过程中深入理解所研究的相关问题。

《MATLAB 计算机视觉与深度学习实战》将代码讲解融入实际的案例中，相比其他基础书籍更加生动形象，解决了读者在实践过程中遇到的具体、实际的技术难点，为读者提供了直接的技术支持。

《MATLAB 计算机视觉与深度学习实战》案例贴近实际研究，兼顾中高级读者。相信读者在仔细研读和实践的过程中，能更深刻地体会到 MATLAB 在图像处理方面带来的极大便利。这是一本值得相关领域研究人员与高校学生认真品读的好书，非常值得推荐。

刘日升

大连理工大学国家示范性软件学院副教授  
香港理工大学计算科学系香江学者

2017年5月11日

# 前言

MATLAB 是 MathWorks 公司推出的一款应用于科学计算和工程仿真的交互式编程软件，近几年已经发展成为集数值分析、数学建模、图像处理、控制系统、信号处理、经济金融、计算生物学、动态仿真等于一体的科学工程软件。数字图像处理技术涉及计算机科学、模式识别、人工智能、生物工程等学科，是一门综合性的技术。

自从电子计算机诞生以来，通过计算机仿真来模拟人类视觉便成为一项非常热门且颇具挑战性的研究课题，随着数码相机、智能手机等硬件设备的普及，图像以其易于采集、信息相关性多、抗干扰能力强的特点得到了越来越广泛的应用。信息化和数字化时代已经来临，随着国家对人工智能领域的不断投入，图像处理的需求量也会越来越大，应用也将越来越广泛。

MATLAB 图像处理工具箱可为用户提供诸如图像变换、图像增强、图像特征检测、图像复原、图像分割、图像去噪、图像配准、视频处理等功能研发的技术支撑。同时，借助于 MATLAB 方便的编程及调试技巧，用户可以根据需要进一步拓展图像处理工具箱，实现定制的图像处理需求。

## 本书目的

本书以案例的形式展现，力求为读者提供最便捷、直接的技术支持，解决读者在研发过程中遇到的最具体、实际的技术难点，争取与广大读者分享研发过程中所涉及的功能模块及某些成熟的系统框架，为读者进行科学实验、项目开发提供一定的技术支持。

通过对书中案例的阅读、理解、运行和仿真，读者可以有针对性地进行算法调试，这样可以更加深刻地理解图像与视频处理的含义，并且更加熟练地掌握 MATLAB 图像处理工具箱的用法。

## 本书特点

- 作者阵容强大，经验相当丰富

在实际的科研工作中，本书作者刘衍琦（论坛 ID: lyqmath）是 MATLAB 技术论坛图像

版主,通过运用 MATLAB 进行图像处理、视频分析等项目实践,积累了较为丰富的项目实战经验;本书作者詹福宇(论坛 ID: dynamic)长期与国内外会员进行技术交流,积极解答会员疑问并进行经验总结,积累了丰富的 MATLAB/Simulink 图像处理经验;本书作者蒋献文多年从事医学影像处理工作,多次参加影像处理相关研讨会;本书作者周华英从事新能源汽车的教学和科研工作,曾率队获得全国新能源汽车大赛二等奖,具备丰富的教学实践经验。

- 案例丰富、实用、拓展性强

本书以案例的形式进行编写,充分强调“案例的实用性、程序的可拓展性”,所选案例均来自于 MATLAB 技术论坛会员的切身需求,每个案例都与实际课题相结合。另外,书中的每个案例都经过作者在 MATLAB 上进行程序调试,作者也为此编写了大量的测试代码。书中某些部分的内容描述是作者根据图像处理实验过程进行归纳总结的结果,多数案例的程序实现具有一定的原创性。

- 理论知识扎实,集众家之长

本书编写过程中参考了大量的 MATLAB 帮助文档、MATLAB 相关书籍及 MATLAB 技术论坛等方面的资源,同时引用了部分参考文献的最新图像相关技术和理论。

- 点面完美结合,兼顾中高级用户

本书点面兼顾,涵盖了数字图像处理中几乎所有的基本模块,并涉及视频处理、配准拼接、数字水印、生物识别等高级图像处理方面的内容,全面讲解了基于 MATLAB 进行计算机视觉及深度学习应用的原理及方法。

- 配套资源丰富,交流资源绝佳

本书作者和编辑联合 MATLAB 技术论坛,为广大读者提供“在线交流,有问必答”网络互动答疑服务,您可以与作者一对一地探讨相关知识点,以及下载书籍的辅助资料,让您获得最佳的阅读体验。您的建议将是我们创作精品的最大动力和源泉。

书码验证: <http://www.matlabsky.com/plugin.php?id=vipbook:list>

在线交流: <http://www.matlabsky.com/forum-53-1.html>

程序源码: <http://www.matlabsky.com/thread-45343-1-1.html>

答疑汇总: <http://www.matlabsky.com/thread-45344-1-1.html>

错误勘正: <http://www.matlabsky.com/thread-45346-1-1.html>

本书作者会尽量每周登录网站 2~3 次,集中回复读者的疑难问题,但由于工作和时间等原因,作者可能无法及时回答读者的所有问题,敬请大家谅解。只要您愿意交流和学习, MATLAB 技术论坛有足够优秀的会员帮您解答。

## 内容架构

本书共有 30 个 MATLAB 图像与视频处理案例(含可运行程序),其内容架构如下所述。

第 1 章:讲述基于直方图优化的图像去雾技术,通过直方图增强技术的相关研究,引入

对雾霾图像进行优化的应用。

第 2 章：讲述基于形态学的权重自适应图像去噪，通过形态学的图像去噪效果，引入加权形态学去噪的应用。

第 3 章：讲述基于多尺度形态学提取眼前节组织，通过形态学的图像边缘提取效果，引入多尺度形态学的应用。

第 4 章：讲述基于 Hough 变化的答题卡识别，通过对答题卡自动阅卷的研究，引入图像分割、目标定位等领域的应用。

第 5 章：讲述基于阈值分割的车牌定位识别，通过对车牌定位、分割、识别的研究，引入图像处理在车牌识别领域的应用。

第 6 章：讲述基于分水岭分割进行肺癌诊断，通过分水岭算法在肺部图像分割的研究，引入分水岭及医学图像处理的应用。

第 7 章：讲述基于主成分分析的人脸二维码识别，通过对主成分分析、人脸识别、QR 二维码的研究，引入 QR 人脸识别的应用。

第 8 章：讲述基于知识库的手写体数字识别，通过对手写数字特征的提取，引入模式识别在手写数字方面的应用。

第 9 章：讲述基于特征匹配的英文印刷字符识别，通过对英文片段图像的分割、识别，引入在 MATLAB 中生成自定义标准字符库、GUI 交互等领域的应用。

第 10 章：讲述基于不变矩的数字验证码识别，通过对验证码生成特点、分割定位、检测识别的研究，引入对某特定类型验证码从获取到识别的应用。

第 11 章：讲述基于小波技术进行图像融合，通过对图像融合的研究，引入小波分解、图像多分辨率处理的应用。

第 12 章：讲述基于块匹配的全景图像拼接，通过对全景图像生成方法的研究，引入块匹配、加权融合等的应用。

第 13 章：讲述基于霍夫曼图像压缩重建，通过对霍夫曼编码的研究，引入图像压缩重建的应用。

第 14 章：讲述基于主成分分析的图像压缩和重建，通过对主成分分析的研究，引入不同压缩参数下重建效果调优的应用。

第 15 章：讲述基于小波的图像压缩技术，通过对小波图像处理的研究，引入多分辨率图像压缩重建的应用。

第 16 章：讲述基于 Hu 不变矩的图像检索技术，通过对图像库 Hu 矩特征提取的研究，引入图像检索的应用。

第 17 章：讲述基于 Harris 的角点特征检测，通过对 Harris 检测算法的研究，引入图像角点检测的应用。

第 18 章：讲述基于 GUI 搭建通用视频处理工具，通过对 GUI、视频图像处理工具箱的

使用, 搭建 MATLAB 图像视频处理框架的应用。

第 19 章: 讲述基于语音识别的信号灯图像模拟控制技术, 通过对语音特征及建库的研究, 引入一个语音控制光信号的应用。

第 20 章: 讲述基于帧间差法进行视频目标检测, 通过对视频跟踪的研究, 引入在视频中多目标跟踪的应用。

第 21 章: 讲述路面裂缝检测识别系统设计, 通过对裂缝图像特征、识别的研究, 引入路面裂缝检测和提取的应用。

第 22 章: 讲述基于 K-means 聚类算法的图像区域分割, 通过对 K 均值聚类算法的研究, 引入其在图像分割方面的应用。

第 23 章: 讲述基于光流场的汽车检测跟踪, 通过对汽车视频跟踪的研究, 引入光流场在跟踪检测方面的应用。

第 24 章: 讲述基于 Simulink 进行图像和视频处理, 通过对 Simulink 模块的简介, 引入其在图像视频处理领域的应用。

第 25 章: 讲述基于小波变换的数字水印技术, 通过对图像水印的相关研究, 引入图像水印嵌入、提取等的应用。

第 26 章: 讲述基于最小误差法的胸片分割技术, 通过对肺部影像的分割算法对比, 介绍最小误差分割算法及其应用。

第 27 章: 讲述基于区域生长的肝影像分割技术, 通过对区域生长的相关研究, 介绍了如何自动定义种子点并将其应用到肝脏影像的分割方面。

第 28 章: 讲述基于深度学习的汽车目标检测应用, 介绍深度学习的相关知识, 基于 MATLAB 的 CNN 工具箱实现汽车目标检测的应用。

第 29 章: 讲述基于计算机视觉的自动驾驶应用, 介绍自动驾驶的相关技术, 从计算机视觉的角度分析相关应用。

第 30 章: 讲述基于深度学习的视觉场景识别应用, 对深度学习进行深入研究, 基于经典的 matconvnet 工具箱讲解如何进行图像分类识别应用。

### 关于 MATLAB 技术论坛

MATLAB 技术论坛(Simulink 仿真论坛, <http://www.matlabsky.com>)是国内两大 MATLAB 技术学习和交流平台之一, 致力于为大家提供专业、权威的 MathWorks 新闻资讯, 丰富、免费的 MATLAB 教学资源, 以及强大、全面的 MATLAB 技术支持。

MATLAB 技术论坛由西北工业大学航空学院 dynamic 同学于 2008 年 09 月 14 日创建, 并在 2010 年 8 月 1 日对论坛管理结构进行了扩充和重组, 新加入 6 名 MATLAB 高级爱好者(yaksa、matsuper、yangzijiang、faruto、rocwoods、xiezh)! 目前 MATLAB 技术论坛有注册会员 30 多万, 管理成员 30 多名, 专业版块 80 多个, 高质量主题 20000+; 举办过编程竞赛、



线下研讨会和数模竞赛等多项活动；与多个出版单位和科研机构有合作关系！

### 特别致谢

本书由刘衍琦、詹福宇、蒋献文、周华英编著，在本书的编写过程中，得到了电子工业出版社博文视点编辑张国霞的大力支持，在此对其表示衷心的感谢。作者对本书所引用参考文献、博客的作者表示感谢，同时对各位 MATLAB 技术论坛的会员朋友给予的启发和帮助表示感谢。最后，感谢我的家人的默默支持！感谢女儿刘沛萌每天给我带来的欢乐，她鼓励我在计算机视觉应用案例方面进行积累和整理，也祝天下的小朋友们都能健康快乐地成长！

由于时间仓促，加之作者水平和经验有限，书中难免存在疏漏及错误之处，希望广大读者批评指正。

刘衍琦  
2017年5月

### ----- 读者服务 -----

轻松注册成为博文视点社区用户（[www.broadview.com.cn](http://www.broadview.com.cn)），扫码直达本书页面。

- 提交勘误：您对书中内容的修改意见可在[提交勘误处](#)提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- 交流互动：在页面下方[读者评论处](#)留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/31550>



## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

# 目 录

## 第 1 章 基于直方图优化的图像去雾技术 1

---

1.1	案例背景	1
1.2	理论基础	1
1.2.1	空域图像增强	1
1.2.2	直方图均衡化	2
1.3	程序实现	3
1.3.1	设计 GUI 界面	4
1.3.2	全局直方图处理	4
1.3.3	局部直方图处理	7
1.3.4	Retinex 增强处理	9
1.4	延伸阅读	13
1.5	参考文献	13

## 第 2 章 基于形态学的权重自适应图像去噪 14

---

2.1	案例背景	14
2.2	理论基础	15
2.2.1	图像去噪方法	15
2.2.2	数学形态学原理	16

2.2.3 权重自适应的多结构形态学去噪 .....	16
2.3 程序实现 .....	17
2.4 延伸阅读 .....	22
2.5 参考文献 .....	23

### 第 3 章 基于多尺度形态学提取眼前节组织 24

---

3.1 案例背景 .....	24
3.2 理论基础 .....	25
3.3 程序实现 .....	28
3.3.1 多尺度边缘 .....	28
3.3.2 主处理函数 .....	29
3.3.3 形态学处理 .....	31
3.4 延伸阅读 .....	33
3.5 参考文献 .....	33

### 第 4 章 基于 Hough 变化的答题卡识别 34

---

4.1 案例背景 .....	34
4.2 理论基础 .....	34
4.2.1 图像二值化 .....	35
4.2.2 倾斜校正 .....	35
4.2.3 图像分割 .....	38
4.3 程序实现 .....	40
4.4 延伸阅读 .....	51
4.5 参考文献 .....	51

### 第 5 章 基于阈值分割的车牌定位识别 52

---

5.1 案例背景 .....	52
----------------	----

5.2	理论基础	52
5.2.1	车牌图像处理	53
5.2.2	车牌定位原理	57
5.2.3	车牌字符处理	57
5.2.4	字符识别	59
5.3	程序实现	61
5.4	延伸阅读	69
5.5	参考文献	69

## 第 6 章 基于分水岭分割进行肺癌诊断 70

6.1	案例背景	70
6.2	理论基础	70
6.2.1	模拟浸水的过程	71
6.2.2	模拟降水的过程	71
6.2.3	过度分割问题	71
6.2.4	标记分水岭分割算法	71
6.3	程序实现	72
6.4	延伸阅读	77
6.5	参考文献	78

## 第 7 章 基于主成分分析的人脸二维码识别 79

7.1	案例背景	79
7.2	理论基础	79
7.2.1	QR 编码简介	80
7.2.2	QR 编码译码	82
7.2.3	主成分分析方法	84
7.3	程序实现	86
7.3.1	人脸建库	86

7.3.2 人脸识别	87
7.3.3 人脸二维码	88
7.4 延伸阅读	93
7.5 参考文献	93

## 第 8 章 基于知识库的手写体数字识别 94

8.1 案例背景	94
8.2 理论基础	94
8.2.1 算法流程	94
8.2.2 特征提取	95
8.2.3 模式识别	96
8.3 程序实现	97
8.3.1 图像处理	97
8.3.2 特征提取	98
8.3.3 模式识别	101
8.4 延伸阅读	102
8.4.1 识别器选择	102
8.4.2 提高识别率	102
8.5 参考文献	102

## 第 9 章 基于特征匹配的英文印刷字符识别 103

9.1 案例背景	103
9.2 理论基础	104
9.2.1 图像预处理	104
9.2.2 图像识别技术	105
9.3 程序实现	106
9.4 延伸阅读	112
9.5 参考文献	112

第 10 章 基于不变矩的数字验证码识别	113
10.1 案例背景	113
10.2 理论基础	114
10.3 程序实现	114
10.3.1 设计 GUI 界面	114
10.3.2 载入验证码图像	115
10.3.3 验证码图像去噪	117
10.3.4 验证码数字定位	118
10.3.5 验证码归一化	121
10.3.6 验证码数字识别	122
10.3.7 手动确认并入库	125
10.3.8 重新生成模板库	127
10.4 延伸阅读	129
10.5 参考文献	130
第 11 章 基于小波技术进行图像融合	131
11.1 案例背景	131
11.2 理论基础	132
11.3 程序实现	134
11.3.1 GUI 设计	134
11.3.2 图像载入	135
11.3.3 小波融合	136
11.4 延伸阅读	139
11.5 参考文献	139

## 第 12 章 基于块匹配的全景图像拼接 140

---

12.1 案例背景 .....	140
12.2 理论基础 .....	140
12.2.1 图像匹配 .....	141
12.2.2 图像融合 .....	143
12.3 程序实现 .....	144
12.3.1 设计 GUI .....	144
12.3.2 载入图片 .....	145
12.3.3 图像匹配 .....	147
12.3.4 图像拼接 .....	150
12.4 延伸阅读 .....	156
12.5 参考文献 .....	156

## 第 13 章 基于霍夫曼图像压缩重建 157

---

13.1 案例背景 .....	157
13.2 理论基础 .....	157
13.2.1 霍夫曼编码的步骤 .....	158
13.2.2 霍夫曼编码的特点 .....	158
13.3 程序实现 .....	160
13.3.1 设计 GUI .....	160
13.3.2 压缩重构 .....	161
13.3.3 效果对比 .....	166
13.4 延伸阅读 .....	168
13.5 参考文献 .....	169



第 14 章 基于主成分分析的图像压缩和重建	170
14.1 案例背景	170
14.2 理论基础	170
14.2.1 主成分降维分析原理	170
14.2.2 由得分矩阵重建样本	171
14.2.3 主成分分析数据压缩比	172
14.2.4 基于主成分分析的图像压缩	172
14.3 程序实现	173
14.3.1 主成分分析源代码	173
14.3.2 图像和样本间转换	174
14.3.3 基于主成分分析的图像压缩	175
14.4 延伸阅读	178
14.5 参考文献	179
第 15 章 基于小波的图像压缩技术	180
15.1 案例背景	180
15.2 理论基础	181
15.3 程序实现	183
15.4 延伸阅读	191
15.5 参考文献	191
第 16 章 基于 Hu 不变矩的图像检索技术	192
16.1 案例背景	192
16.2 理论基础	192