



装备科技译著出版基金

 Springer

[以色列] H.B.Mitchell

李成 尹奎英 贾程程

庞国锋 刘俊义

著
译
主审

图像融合 ——理论、技术与应用

Image Fusion: Theories, Techniques and Applications



国防工业出版社
National Defense Industry Press

TP391.41
3686

图像融合

——理论、技术与应用

Image Fusion

Theories, Techniques and Applications

[以色列] H. B. Mitchell 著
李成 尹奎英 贾程程 译
庞国锋 刘俊义 主审

江苏师范大学图书馆



2097977

江苏师大图书馆

国防工业出版社

·北京·

著作权合同登记 图字:军-2015-087号

图书在版编目(CIP)数据

图像融合:理论、技术与应用 / (以)米切尔
(Mitchell, H. B.) 著;李成,尹奎英,贾程译. —北
京:国防工业出版社,2016. 5

书名原文:Image Fusion Theories, Techniques and
Applications

ISBN 978-7-118-10663-3

I. ①图… II. ①米… ②李… ③尹… ④贾…
III. ①图象处理 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第073782号

Translation from English language edition:

Image Fusion. Theories, Techniques and Applications

by H. B. Mitchell

Copyright © 2010 Springer Berlin Heidelberg

Springer Berlin Heidelberg is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

本书简体中文版由 Springer Science + Business Media 授权国防工业出版社独家出版发行。

版权所有,侵权必究。

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

三河市众誉天成印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 14 字数 240 千字

2016年5月第1版第1次印刷 印数1—2000册 定价79.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

译者序

图像融合综合处理多源通道信息,旨在大幅提高图像信息利用率以及系统对目标探测识别的可靠性和自动化程度,该技术目前已在军事、遥感、医学等领域以及计算机视觉、目标识别和情报获取等应用中发挥了重要作用。

本书是国际著名高校以色列本古里安大学 H. B. Mitchell 教授继 2007 年在施普林格出版社出版的专著 *Multi-Sensor Data Fusion: An Introduction* (《多传感器数据融合:引论》)、*Data Fusion: Concepts and Ideas* 2nd ed. (《数据融合:概念和思想》(第二版))之后,把关注点集中在了图像融合理论、技术和应用方面的又一经典著作。

本书是一部关于图像融合理论、技术和应用的实用书籍,知识结构非常完善。其更是作者长期研究工作成果的结晶,可以供从事图像处理、计算机视觉、视觉感知、认知和计算的研究人员以及理工科研究生及高年级本科生阅读参考。对于希望学习图像融合概念和进行实际应用的工程师来说也大有裨益。

本书在阐述图像融合基础理论的同时,非常关注实用技术和应用环节。在专著的撰写方面,内容丰富,章节设计独到,尤其为了方便学习研究和工程应用,在每一章增加了“软件”一节,为工程实践提供了重要的设计手段;同时增加了“拓展阅读”一节,为研究者深入研究提供更多资源。

本书的主要特点包括:

(1) 内容全面。从理论、技术和应用上涵盖了目前图像融合技术所涉及的从图像采集、图像处理到机器学习等各个环节。

(2) 研究深入。内容上比现有图像融合出版物更有学术深度,涉及图像处理诸多核心问题,如阈值、关键点等。

(3) 案例翔实。将基本原理与最新技术和应用相结合,甚至可以成为工程师的参考手册。

(4) 代码、参考资料丰富。包括大量与本书相关的 Matlab 软件代码,方便仿真应用,同时提供了目前大量文献及技术的来源,方便深入查询研究。

从学术和技术角度看,本书涉及诸多图像融合的核心技术,不仅包括图像处理的核心概念(采样、量化、稀疏、质量评价等),而且还结合机器学习等最新理论和工程实践技术(集成学习、子空间等)以及图像处理、图像阈值、图像关键点和相似性测度进行了重点讨论。

本书得以翻译,特别感谢“装备科技译著出版基金”的资助,同时在翻译过程中也得到了国家自然科学基金(61301233)和吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(吉教科合字[2014]第612号)的大力支持。感谢刘丹阳女士的翻译建议,感谢吴婷婷、张明月的认真校对,感谢牛旭东编辑的细致工作。

本书在翻译过程中尽可能做到严谨求实,但是肯定还有一些不到位甚至理解发生偏差的情况,恳请读者给予批评指正,有任何问题和建议可以发送到邮箱 wyvern_li@163.com。

译者
2016.3

前 言

撰写本书的目的是对图像融合的理论、技术和应用做一贴近实用的介绍。本书可以作为本科大四第一学期或相关专业一年级研究生的教材。同样为那些想了解图像融合概念和应用的工程师们提供参考。同时,本书也可以作为研究生高级图像处理课程的补充知识。

本书也是对本人之前在多传感器融合工作方面^①的补充,只集中讨论图像融合的理论、技术和应用。我希望本书围绕图像融合这一个主题,内容对读者来说是完备的,尽管其他先前的计算机视觉和图像处理书籍也可以作为有益参考。

本书首先对图像融合基本概念进行了介绍(前两章),而后主体内容分为三大部分。第一部分是图像融合的基本概念和理论,尤其强调了一般表征架构,细致讨论了图像校正、辐射校正和语义等价等方面内容。第二部分详细介绍了在实际图像融合中使用的大量技术和算法,如子空间变换、多分辨率分析、集成学习、Bagging 算法、Boosting 算法、颜色空间、图像阈值、马尔可夫随机场、图像相似性测度和期望最大算法等。前两个部分内容可以使读者对图像融合有一个综合完整的认识。第三部分关注应用,总结了很多实际图像融合的案例,目的是阐述图像融合理论和技术是如何在实际场景中应用的。

与其他工程领域的分支一样,图像融合也是一门被应用所驱动的实用技术。因此,对于读者来说,应该能够对本书中介绍的不同技术进行实验。使用 Matlab 进行程序编写是非常方便的。因此,本书包含了 Matlab 代码案例,同时给出网络第三方代码资源。各位老师和同学也可以从本人网站上找到更多的学习资源:<http://www.ee.bgu.ac.il/~harvey>。

^① *Multi-Sensor Data Fusion: An Introduction*(《多传感器数据融合:引论》),2007年由斯普林格出版社出版,H. B. Mitchell 著。

本书内容基于我前几年在图像融合方面进行的研讨和授课。特别是,本文结构和内容也来自本人在以色列内盖夫的本古里安大学所讲授的图像融合研究生课程。能够获得讲授本课程的机会,我也特别感谢 Mayer Aladjem 教授和 Dan Sadot 教授。同时感谢我妻子和孩子在本书写作过程中的支持和耐心。

Mazkaret Batya

H. B. Mitchell

2008. 6

目 录

第1章 引言	1
1.1 增效	1
1.2 图像融合步骤	2
1.3 通用表征框图	3
1.4 图像融合框图	5
1.5 图像融合算法	5
1.6 本书结构	6
1.7 软件	6
1.8 拓展阅读	6
参考文献	7
第2章 图像传感器	8
2.1 数码相机	8
2.2 光学系统	8
2.2.1 透视投影	8
2.2.2 正射投影	9
2.3 记录系统	9
2.3.1 噪声	9
2.4 采样	10
2.4.1 量化	10
2.4.2 拜尔矩阵	10
2.5 空间分辨率与光谱分辨率	12
2.5.1 空间分辨率	12

2.5.2 光谱分辨率	12
2.6 拓展阅读	14
参考文献	14

第一部分 理论

第3章 通用表征格式	19
3.1 引言	19
3.2 地理信息系统	21
3.3 通用表征格式的选取	21
3.3.1 目视融合	21
3.3.2 稀疏性	22
3.3.3 目标识别	22
3.3.4 不确定性	24
3.4 纹理	24
3.5 多尺度表征	25
3.6 子空间方法	26
3.7 多训练集	27
3.8 软件	28
3.9 拓展阅读	28
参考文献	28
第4章 空间校正	30
4.1 引言	30
4.2 成对变换	31
4.2.1 薄板样条	32
4.3 分层配准	33
4.4 镶嵌图像	35
4.4.1 拼接	37
4.5 图像相似性测度	37
4.6 互信息	38
4.6.1 归一化互信息	38
4.6.2 计算	39

4.6.3	直方图	39
4.6.4	Parzen 窗	39
4.6.5	等强度线	40
4.7	部分体插值	41
4.8	人工效应	41
4.9	软件	43
4.10	拓展阅读	43
	参考文献	43
第5章	语义等价	45
5.1	引言	45
5.2	概率尺度	46
5.2.1	Platt 校正	46
5.2.2	直方图校正	47
5.2.3	等分校正	48
5.3	决策标记	49
5.3.1	分配矩阵	49
5.3.2	共协矩阵	50
5.4	软件	52
5.5	拓展阅读	52
	参考文献	52
第6章	辐射校正	54
6.1	引言	54
6.2	直方图匹配	54
6.2.1	精确直方图规定化	55
6.3	中间图像均衡	57
6.4	匹配二阶统计量	58
6.5	排序	59
6.6	阈值	59
6.7	分割	60
6.8	特征图归一化	62
6.9	概率尺度	62
6.10	软件	62

6.11 拓展阅读	63
参考文献	63
第7章 像素融合	64
7.1 引言	64
7.2 加法融合	64
7.2.1 鲁棒平均	65
7.3 减法融合	66
7.4 乘法融合	68
7.5 除法融合	68
7.6 特征图融合	69
7.7 决策融合	70
7.7.1 基于形状的平均算法	72
7.7.2 相似性	73
7.7.3 标签置换	74
7.7.4 共协矩阵	75
7.8 软件	75
参考文献	76

第二部分 技 术

第8章 多分辨率分析	79
8.1 引言	79
8.2 离散小波变换	80
8.3 无抽取离散小波变换	81
8.4 小波融合	84
8.5 期望最大算法	85
8.6 多模小波融合	86
8.7 全色锐化	88
8.8 软件	89
8.9 拓展阅读	89
参考文献	89

第9章 图像子空间技术	91
9.1 引言	91
9.2 主分量分析	93
9.2.1 PCA 的演化形式	95
9.2.2 白化	95
9.2.3 二维 PCA	96
9.3 主分量分析融合	97
9.4 非负矩阵分解	97
9.5 线性判别分析	98
9.5.1 Fisher 脸	99
9.5.2 中值 LDA	100
9.5.3 重加权 LDA	100
9.5.4 二维 LDA	101
9.6 最近邻判别分析	102
9.6.1 K-最近邻判别分析	102
9.6.2 二维 NNDA	102
9.7 典型相关分析	103
9.8 软件	103
9.9 拓展阅读	104
参考文献	104
第10章 集成学习	107
10.1 集成学习方法	107
10.2 多样性测度	109
10.3 多重图像变换 I_k	109
10.3.1 多重子空间变换	110
10.3.2 多重随机卷积	110
10.3.3 多重正则化	111
10.3.4 多重颜色空间	112
10.3.5 多重阈值	112
10.3.6 多重分割	112
10.4 重采样方法	113
10.5 图像融合	114

10.6	集成阈值	115
10.7	集成空间采样	117
10.8	集成图谱分割	118
10.9	集成最近邻分类	119
10.10	拓展阅读	120
10.11	软件	120
	参考文献	120
第 11 章 重采样方法		122
11.1	引言	122
11.2	自助法	122
11.3	基于自助聚集算法的人脸识别	123
11.4	自助聚集式最近邻分类器	123
11.5	自助聚集式 K -均值聚类	124
11.6	提升法	125
11.7	Viola - Jones 算法	127
11.8	基于提升的目标检测算法	128
11.9	软件	131
11.10	拓展阅读	131
	参考文献	131
第 12 章 图像阈值法		132
12.1	全局阈值	132
12.2	统计型算法	133
12.2.1	Ridler - Calvard 方法	133
12.2.2	Otsu 方法	134
12.2.3	Kittler - Illingworth 方法	135
12.2.4	Kapur 方法	135
12.2.5	Tsai 方法	135
12.3	局部阈值	136
12.4	软件	136
12.5	拓展阅读	137
	参考文献	137

第 13 章 图像关键点	138
13.1 尺度不变特征变换算法	138
13.1.1 多光谱图像	139
13.2 快速鲁棒特征算法	140
13.3 复小波变换	140
13.4 软件	140
参考文献	140
第 14 章 图像相似性测度	142
14.1 引言	142
14.2 无空间校正的全局相似性测度	144
14.2.1 概率相似性测度	145
14.2.2 χ^2 距离测度	146
14.2.3 直方图单元交叉对应距离测度	148
14.3 有空间校正的全局相似性测度	149
14.3.1 均方误差和均方绝对误差	150
14.3.2 互相关系数	150
14.3.3 互信息	151
14.3.4 有序全局相似性测度	151
14.4 局部相似性测度	153
14.4.1 Bhat - Nayar 距离测度	153
14.4.2 Mittal - Ramesh 有序测度	155
14.5 二值图像相似性测度	155
14.5.1 Hausdorff 度量	156
14.6 软件	157
14.7 拓展阅读	157
参考文献	157
第 15 章 渐晕, 白平衡和自动增益控制效应	160
15.1 引言	160
15.2 渐晕	160
15.2.1 渐晕校正	161
15.3 辐射响应函数	161

15.3.1 自动增益控制	162
15.4 白平衡	163
15.5 集成白平衡	164
参考文献	165
第16章 彩色图像空间	166
16.1 引言	166
16.2 感知型颜色模型	167
16.2.1 IHS	167
16.2.2 HSV	169
16.2.3 HLS	169
16.2.4 IHLS	170
16.2.5 间接 IHS	170
16.2.6 圆形统计	171
16.3 多重颜色空间	172
16.4 软件	173
16.5 拓展阅读	173
参考文献	173
第17章 马尔可夫场	175
17.1 马尔可夫随机场	175
17.2 能量函数	177
17.3 算法	178
17.4 拓展阅读	178
参考文献	178
第18章 图像质量	180
18.1 引言	180
18.2 有参图像质量评价指标	180
18.3 无参图像质量评价指标	181
18.4 分析	183
18.5 软件	183
18.6 拓展阅读	183
参考文献	183

第三部分 应用

第 19 章 全色锐化	187
19.1 引言	187
19.2 IHS 空间全色锐化	189
19.3 光谱失真	190
19.3.1 Choi 全色锐化算法	190
19.3.2 Tu 全色锐化算法	191
19.4 IKONOS 卫星	192
19.5 小波	193
19.6 传感器光谱响应	194
参考文献	194
第 20 章 集成彩色图像分割	196
20.1 引言	196
20.2 图像集成	197
20.3 K -均值分割	197
20.4 K -均值融合算子	198
参考文献	199
第 21 章 同时性原理和性能指标估计	200
21.1 引言	200
21.2 期望最大算法	200
21.3 同时性原理和性能指标估计	201
参考文献	203
第 22 章 生物认证技术	204
22.1 引言	204
22.2 多模态生物认证	205
22.2.1 指纹	205
22.2.2 签名	205
22.2.3 面部	205

22.2.4	虹膜和视网膜	206
22.2.5	步态生物特征	206
22.2.6	其他生物特征	206
22.3	多生物特征	206
22.3.1	多传感器系统	206
22.3.2	多算法系统	206
22.3.3	多实例系统	207
22.3.4	多样本系统	207
22.4	结语	207
	参考文献	208