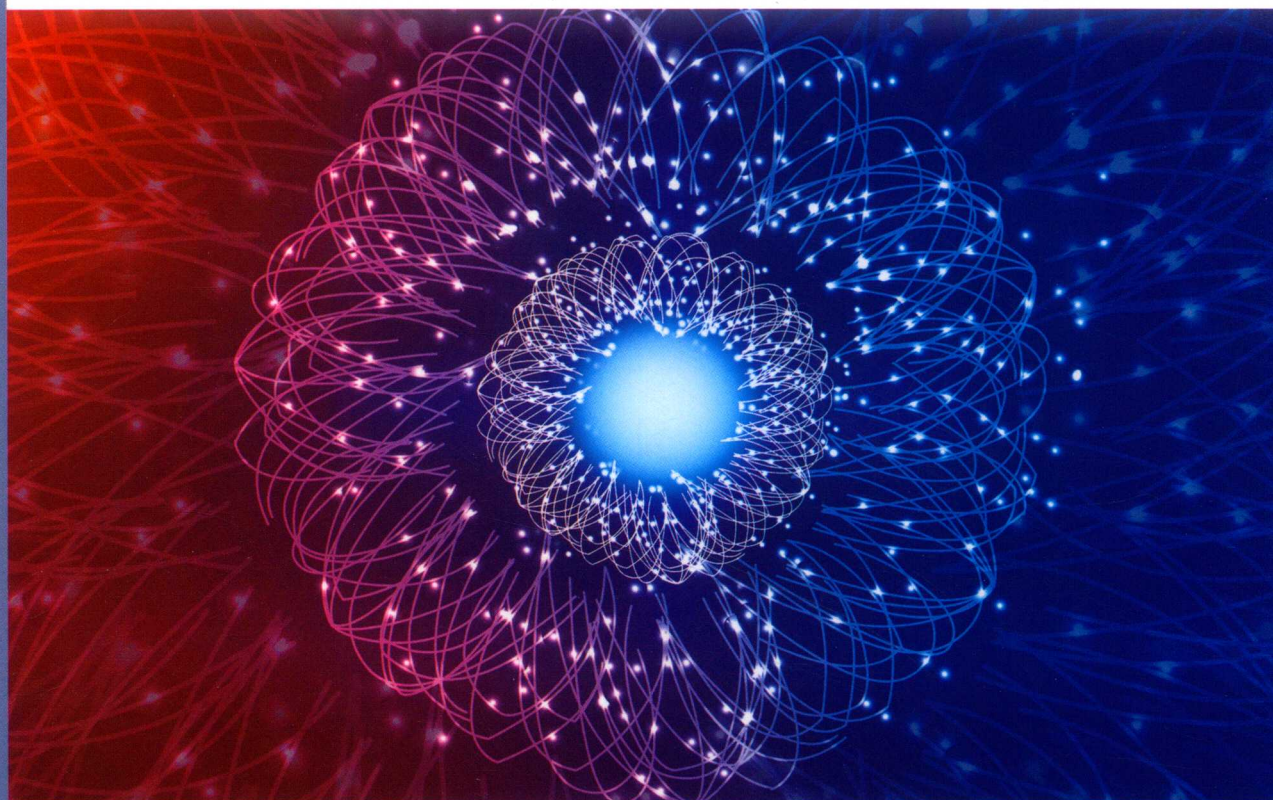


 电子信息前沿技术丛书

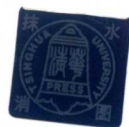


Problem Analysis in Image Engineering

图像工程问题解析

 章毓晋 (ZHANG Yu-Jin) 编著

清华大学出版社



 电子信息前沿技术丛书

Problem Analysis in Image Engineering

图像工程问题解析

◎章毓晋 (ZHANG Yu-Jin) 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地收集了 256 个图像工程(图像处理、图像分析、图像理解及其技术应用)学习中的各类问题,并进行了分析和解答。这些问题涉及图像采集、像素联系、形态变换、图像变换、图像增强、图像恢复、图像编码、拓展技术、图像分割、目标表达描述、特性分析、三维表达、立体视觉、景物重构、知识和匹配、数学形态学、高层研究应用、视感觉和视知觉。它提供了一些帮助进行相关课程教学和学习的参考和补充材料。

本书可作为信息科学、计算机科学、计算机应用、信号与信息处理、通信与信息系统、电子与通信工程、模式识别与智能系统等学科大学本科或研究生的专业基础课(包括图像处理、图像分析、图像理解等课程)的教参和教辅,供课程的教师授课和学生深入学习之用,也可供涉及计算机视觉技术应用行业(如工业自动化、人机交互、办公自动化、视觉导航和机器人、安全监控、生物医学、遥感测绘、智能交通和军事公安等)的科技工作者自学及科研参考。

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

图像工程问题解析/章毓晋编著. —北京:清华大学出版社,2018
(电子信息前沿技术丛书)
ISBN 978-7-302-51046-8

I. ①图… II. ①章… III. ①计算机应用—图像处理 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 192061 号

责任编辑:文 怡 李 晔

封面设计:台禹微

责任校对:梁 毅

责任印制:宋 林

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 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14.5

字 数:352 千字

版 次:2018 年 12 月第 1 版

印 次:2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价:59.00 元

产品编号:080909-01

前 言

本书对图像工程(图像处理、图像分析、图像理解及其技术应用)学习中的各类问题进行了分析和解答。它提供了一些帮助进行相关课程教学和学习的参考和补充材料,教师可以将之作为教参或教辅使用,学习者可以将之作为学习辅导书或深入钻研的参考书。

笔者在过去 20 多年先后开设并讲授过 10 多门本科生和研究生的“图像工程”课程,其中一些讲了 10 多年,长的讲了 20 多年。笔者近 20 年还编写出版了 30 多本有关图像工程的教材,至今已发行了 30 多万册。在授课和答疑等各个与学习者交流的环节和过程中,笔者陆续遇到和收集了来自多方面的问题。从内容上说,它们有些涉及比较容易混淆的概念、有些是教材中限于篇幅和学时未能细化的步骤、有些是需要示例才能描述清楚的原理、有些是需要图表帮助以直观化的方法。解析这些问题可以帮助教学、深化理解,有助于学习和复习,也可用于测验和考试。

这些问题从来源上说,有些源自历年课程的考试题,也有些源自布置的大作业题/项目训练题;既有一些改编自笔者在授课时学生的提问,也有一些改编自教材使用者通过电话或邮件与笔者交流的问题,还有一些改编自前几版教材中的讲解例题或精选的练习题。

本书从教和学的角度出发,共选取了 256 个问题单元,每个问题单元均由 3 部分组成。

- (1)标题:简明扼要地点出问题的中心内容;
- (2)题面:具体描绘了问题的条件、要求;
- (3)解析:对问题进行了详细的分析和解答。

上述对问题单元的构建,将常见的例题形式与习题形式进行了结合。每个问题单元都可看作加了标题(指示要考查的主题)的习题或加了题面(可与解析结果结合)的例题。所以,一方面教师可用作讲解例题以深化教学或示例技术效果,或(修改调整后)用作考试、测验题;另一方面学习者可用来复习总结对概念的学习或参考开拓解决问题的思路,或对学习效果进行自我测试。

全书由 5 个单元组成,图像工程的 3 个层次——图像处理、图像分析、图像理解——各为一个单元,它们共同的基础知识为一个单元,与它们相关的参考内容为另一个单元。参考文献和相关教材是按单元给出的。每个单元又分成 3 章或 4 章,每章基本对应一大类图像技术。对属于图像处理、图像分析、图像理解 3 类之一的课程,可以选择相应单元的对应章再加上一部分基础知识的对应章和一部分相关参考的对应章。

全书共 18 章(二级标题),各章均包含 10 个或以上的问题单元(以三级标题标注)。全书共有文字(也包括图片、绘图、表格、公式等)30 多万。本书共有编号的图 211 个(包括 244

幅图片)、表格 50 个。书末还给出了 300 多个主题索引(及英译),这些主题词可按问题编号索引。另外,书中的彩色图片印刷后均为黑白的,但可以通过手机扫描图片旁的二维码,查看对应彩色照片,获得更多的信息和更好的观察效果。

本书的选材内容和结构方式都是新的尝试,欢迎使用者提出宝贵意见和建议。

最后,要特别感谢我的妻子何芸和女儿章荷铭,正是她们的理解和支持,使本书得以在节日中完稿。

章毓晋

2018 年五一节于书房

通信:北京清华大学电子工程系,100084

电话:(010) 62798540

传真:(010) 62770317

电子邮件:zhang-yj@tsinghua.edu.cn

个人主页:oa.ee.tsinghua.edu.cn/~zhangyujin/

总 目 录

第 1 单元	基础知识	第 1 章	图像采集
		第 2 章	像素联系
		第 3 章	形态变换
		第 4 章	图像变换
第 2 单元	图像处理	第 5 章	图像增强
		第 6 章	图像恢复
		第 7 章	图像编码
		第 8 章	拓展技术
第 3 单元	图像分析	第 9 章	图像分割
		第 10 章	目标表达描述
		第 11 章	特性分析
第 4 单元	图像理解	第 12 章	三维表达
		第 13 章	立体视觉
		第 14 章	景物重构
		第 15 章	知识和匹配
第 5 单元	相关参考	第 16 章	数学形态学
		第 17 章	高层研究应用
		第 18 章	视感觉和视知觉

单元	标题	问题数量	章	标题	问题数量
1	基础知识	56	1	图像采集	12
			2	像素联系	10
			3	形态变换	11
			4	图像变换	23
2	图像处理	70	5	图像增强	26
			6	图像恢复	14
			7	图像编码	15
			8	拓展技术	15
3	图像分析	46	9	图像分割	15
			10	目标表达描述	14
			11	特性分析	17
4	图像理解	43	12	三维表达	10
			13	立体视觉	11
			14	景物重构	11
			15	知识和匹配	11
5	相关参考	41	16	数学形态学	19
			17	高层研究应用	11
			18	视感觉和视知觉	11

目 录

第1单元 基础知识

第1章 图像采集	3
1-1 变焦操作与采样操作	3
1-2 图像与场景的几何信息	4
1-3 成像单元数	4
1-4 景深的计算	4
1-5 光源照射亮度的计算	5
1-6 摄像机运动与像素亮度变化	5
1-7 结构光成像的计算	6
1-8 不同立体成像的方式	8
1-9 图像与理解场景的信息	8
1-10 数字弧的判断	9
1-11 方盒量化和网格相交量化	10
1-12 网格相交量化的结果	10
第2章 像素联系	11
2-1 子集邻接和连接的判断	11
2-2 4-通路和8-通路的转换	12
2-3 用邻接矩阵表示像素之间的邻接关系	12
2-4 六边形采样坐标系	13
2-5 离散圆盘	13
2-6 像素间的距离和通路	14
2-7 马步距离满足测度性质	15
2-8 斜面距离与欧氏距离	15
2-9 通路长度的计算	16
2-10 不同邻接情况下的通路长度	16

第 3 章 形态变换	17
3-1 齐次坐标直线交点	17
3-2 齐次坐标的几何解释	18
3-3 单位正方形的剪切变换	18
3-4 不同坐标变换实现相同功能	19
3-5 仿射变换的作用/功能	19
3-6 仿射变换下的线段长度比	20
3-7 仿射变换矩阵的参数	21
3-8 投影变换及其特例的特点对比	21
3-9 图像平面与世界坐标系的映射	22
3-10 3-D 投影几何和变换不变量	23
3-11 透视投影中的歧义	24
第 4 章 图像变换	26
4-1 奇偶函数	26
4-2 傅里叶变换对的平移性质	27
4-3 函数的傅里叶变换公式	27
4-4 沃尔什变换计算	27
4-5 哈达玛变换矩阵	28
4-6 斯拉特变换矩阵	28
4-7 多种变换的计算	29
4-8 哈尔变换的基函数	30
4-9 哈尔变换矩阵	31
4-10 哈尔函数计算	31
4-11 矩阵的哈尔变换计算	32
4-12 哈尔变换和哈达玛变换的计算	32
4-13 哈尔小波函数及其傅里叶变换	32
4-14 时域窗和频域窗	33
4-15 盖伯变换滤波图像	33
4-16 缩放函数和小波函数	34
4-17 小波变换和反变换	35
4-18 小波变换系数的计算	36
4-19 拉东变换的计算	37
4-20 霍特林反变换	37
4-21 霍特林变换的证明	38
4-22 霍特林变换的计算	38
4-23 用霍特林变换重建的均方误差	39

第2单元 图像处理

第5章 图像增强	43
5-1 图像增强方法辨析	43
5-2 位面提取函数	44
5-3 灰度映射曲线的分析	44
5-4 调整灰度映射曲线的效果	45
5-5 直方图均衡化的变型	47
5-6 用1-D模板实现2-D模板的卷积	48
5-7 小尺寸模板与大尺寸模板	48
5-8 用不同平均来消除噪声	48
5-9 增强图像中特定统计特性的区域	49
5-10 借助像素梯度进行增强	50
5-11 利用单方向灰度差的增强	51
5-12 用平滑操作实现锐化操作	52
5-13 两个平滑操作的差与锐化操作	52
5-14 用不同模板计算中值	53
5-15 中值滤波中更新中值	54
5-16 中值滤波的模板与消除噪声效果	54
5-17 不同滤波方法的特点和对比	55
5-18 用低通滤波实现高通滤波	55
5-19 用两个低通滤波器构建一个高通滤波器	56
5-20 巴特沃斯带通滤波器	57
5-21 巴特沃斯低通滤波消除虚假轮廓	57
5-22 邻域平均对应的滤波器	58
5-23 邻域差分对应的滤波器	59
5-24 滤波器分解	59
5-25 空域模板的设计	60
5-26 对椒盐噪声的线性滤波	60
第6章 图像恢复	61
6-1 几何失真的双线性校正	61
6-2 恢复转移函数的形式	62
6-3 分段换方向运动的转移函数	63
6-4 匀加速运动所造成的模糊	63
6-5 有约束最小平方恢复滤波器的转移函数	64

6-6	正弦模式干扰的消除	64
6-7	正弦模式干扰与匀速直线运动模糊的对比	65
6-8	图像修复和图像补全的对比	65
6-9	大写英文字母的投影	66
6-10	特殊图像的投影重建	67
6-11	傅里叶变换投影定理的证明	67
6-12	扇束投影实验结果	68
6-13	代数重建技术的迭代计算	69
6-14	最大似然-最大期望重建算法的迭代计算	69
第 7 章	图像编码	71
7-1	符号与符号串的概率	71
7-2	一阶和二阶编码	72
7-3	编码图信噪比的计算	73
7-4	二值码和灰度码	74
7-5	二值分解和灰度码分解	74
7-6	1-D 游程和 WBS 编码方法	75
7-7	对英文字母的哈夫曼编码	75
7-8	哈夫曼编码和平移哈夫曼编码	76
7-9	哈夫曼编码和截断哈夫曼编码	78
7-10	算术编码过程	80
7-11	算术编码可编序列长度	80
7-12	LZW 编码	81
7-13	分区模板编码	81
7-14	阈值编码	83
7-15	霍特林变换与编码	84
第 8 章	拓展技术	85
8-1	平均绝对差和归一化互相关	86
8-2	水印失真测度	86
8-3	亚采样和剪切的比较	87
8-4	彩色光的亮度	87
8-5	RGB 彩色立方体上给定亮度值的点	87
8-6	RGB 彩色立方体上给定饱和度值的点	88
8-7	RGB 彩色立方体与 HSI 颜色实体	88
8-8	相加光的 HSI 坐标	88
8-9	彩色光的配色与混合	89

8-10	饱和度增强与色调增强的结果	90
8-11	分段运动轨迹	90
8-12	累积差图像的计算	92
8-13	图像金字塔表达	94
8-14	高斯和拉普拉斯金字塔的构建	94
8-15	检测和消除边缘时的小波特性	95

第3单元 图像分析

第9章	图像分割	100
9-1	体素的积分密度	100
9-2	不同微分算子的效果比较	101
9-3	拉普拉斯值的计算	102
9-4	最小核同值区和索贝尔算子	102
9-5	灰度-梯度散射图	103
9-6	基于过渡区的阈值分割	104
9-7	克服分水岭算法过分割的方法	105
9-8	使用遗传算法分割	105
9-9	哈夫变换仿真	107
9-10	从 2-D 哈夫变换推广到 3-D 哈夫变换	108
9-11	矩保持法和一阶微分期望值法	109
9-12	分割中的先验信息	109
9-13	分割目标的形状测度	110
9-14	误差概率与绝对最终测量精度	111
9-15	分割评价实验	112
第10章	目标表达描述	114
10-1	基于聚合和基于分裂的最小均方误差线段逼近法	114
10-2	正五角形的外接盒和最小包围长方形	115
10-3	方和圆的标记及形状描述符	116
10-4	长方形和椭圆的形状描述符	116
10-5	傅里叶描述符	118
10-6	阶为 10 的所有形状及它们的形状数	118
10-7	欧拉数计算	119
10-8	不变矩的形状区分能力	119
10-9	描述符的形状区分能力	120
10-10	随机点分布的泊松概率和高斯概率	121

10-11	组合有向线段	122
10-12	3-D 图像中的连通悖论	122
10-13	直线长度的计算	123
10-14	离散距离 $d_{5,7}$ 的最大相对误差	123
第 11 章 特性分析		125
11-1	灰度共生矩阵与纹理参数	126
11-2	形状因子与边界的连通性	127
11-3	曲线曲率的计算	128
11-4	形状的判断	130
11-5	形状定义和表达	130
11-6	分形维数的计算	130
11-7	移动目标的成像	131
11-8	转动目标的成像	131
11-9	中值维护背景的背景建模方法	132
11-10	高斯混合模型	132
11-11	辐射状模糊程度	133
11-12	视频中目标的运动	134
11-13	光流方程	134
11-14	基本运动和光流场	135
11-15	运动场和光流的不一致	136
11-16	卡尔曼滤波和粒子滤波	136
11-17	不同跟踪方法的优缺点	137

第 4 单元 图像理解

第 12 章 三维表达		142
12-1	接续曲线的高斯图	142
12-2	曲面上的主方向	143
12-3	鞍脊和鞍谷表面的方向导数	144
12-4	鞍脊表面的曲率	144
12-5	椭圆球的高斯球和扩展高斯图	145
12-6	曲率与挠率的几何意义	146
12-7	曲率和挠率的计算	146
12-8	行进立方体算法重构等值面	146
12-9	覆盖算法效果示例	147
12-10	覆盖算法重构等值面	147

第 13 章 立体视觉	149
13-1 采集器移动与视差变化	149
13-2 近视校正	150
13-3 双目成像模式的比较	150
13-4 顺序性约束	151
13-5 极线与极点	151
13-6 极线与投影点	152
13-7 本质矩阵的推导	152
13-8 景物表面倾斜的问题	153
13-9 相对深度误差	153
13-10 水平四目的期望值曲线	154
13-11 单方向多目立体视觉	155
第 14 章 景物重构	156
14-1 镜面反射强度计算	156
14-2 理想散射表面的反射强度	157
14-3 朗伯表面夹角与亮度	157
14-4 理想散射表面性质	158
14-5 摄像机运动参数	158
14-6 镜头的焦距和景深	159
14-7 摄像机倾斜成像的变形	160
14-8 从影调恢复形状与双目立体视觉	160
14-9 影调与结构光的对比	161
14-10 纹理平面的朝向	161
14-11 圆变形后的椭圆长短轴	162
第 15 章 知识和匹配	163
15-1 逻辑等价关系	163
15-2 目标分类知识的不同表达	164
15-3 模板匹配与哈夫变换	165
15-4 形状数之间的相似距离	165
15-5 关系匹配计算	165
15-6 关系匹配中的计算量	166
15-7 有色图的同构	167
15-8 有共同顶点的子图	167
15-9 计算各种子图	168
15-10 图同构和子图同构	169

15-11 距离比较	171
------------------	-----

第5单元 相关参考

第16章 数学形态学	175
16-1 膨胀的计算	175
16-2 灰度膨胀的组合性	176
16-3 腐蚀的组合性	176
16-4 位移不变性验证	177
16-5 结构元素的尺寸和取值	178
16-6 结构元素分解	179
16-7 开启、闭合、高帽运算	180
16-8 形态学基本操作	181
16-9 击中—击不中计算	182
16-10 不同距离圆盘的细化	183
16-11 圆盘细化实例	184
16-12 细化步骤和过程	184
16-13 粗化步骤和过程	185
16-14 利用粗化进行细化	186
16-15 噪声滤除	187
16-16 形态学梯度	188
16-17 形态学梯度边缘增强算子	188
16-18 8-连接转 m-连接	189
16-19 顶面和阴影	190
第17章 高层研究应用	192
17-1 贝叶斯分类器的边界函数	193
17-2 贝叶斯融合	194
17-3 图像配准	194
17-4 图像拼接	195
17-5 粗糙集分类	196
17-6 中心矩法	197
17-7 词袋模型与费舍尔矢量比较	197
17-8 灰度图和彩色图检索	198
17-9 自拍图的检索	199
17-10 活动剖析	200
17-11 路径学习方法	200

第 18 章 视感觉和视知觉	202
18-1 锥细胞的排列与视网膜上的分辨率	202
18-2 视敏度	202
18-3 人类视觉系统感知彩色	203
18-4 图形的良好性	203
18-5 眼肌运动	204
18-6 单目深度线索	204
18-7 恒常性程度	204
18-8 远距离时的大小知觉恒常性	205
18-9 透视缩放和透视缩短	206
18-10 视野随运动速度的变化	206
18-11 视觉感知的方法	207
索引	209

第1单元 基础知识

本单元包括4章：

- 第1章 图像采集
- 第2章 像素联系
- 第3章 形态变换
- 第4章 图像变换

覆盖范围/内容简介

人们一般将图像看作对场景或景物的一种可视表现形式。严格地说,图像是用各种观测系统以不同形式和手段观测客观世界而获得的,可以直接或间接作用于人眼并进而产生视知觉的实体。人的视觉系统就是一个观测系统,通过它得到的图像就是客观景物在人心目中形成的影像。

图像含有丰富的信息。科学研究和统计表明,人类从外界获得的信息约有75%来自视觉系统,也就是从图像中获得的。这里图像的概念是比较广义的,包括照片、绘图、动画、视像,甚至文档等。人们常说“百闻不如一见”“一图值千字”。这些都说明图像中所含的信息内容非常丰富,是最主要的信息源。

对图像的采集和加工技术近年来得到了极大的重视和长足的进展,出现了许多有关的新理论、新方法、新算法、新手段和新设备。图像已在科学研究、工业生产、医疗卫生、教育、娱乐、管理和通信等方面得到了广泛的应用。这些技术都可以集合在图像工程的框架下。

图像工程是一门系统地研究各种图像理论、技术和应用的新的交叉学科。它的研究方法 与数学、物理学、生理学、心理学、电子学、计算机科学等学科相互借鉴,它的研究范围与模式识别、计算机视觉、计算机图形学等专业互相交叉,它的研究进展与人工智能、神经网络、遗传算法、模糊逻辑等理论和技术密切相关,它的发展应用与生物医学、遥感、通信、文档处