

上海交通大学学术出版基金资助

视频目标检测和跟踪 及其应用

杨 杰 张 翔 编著

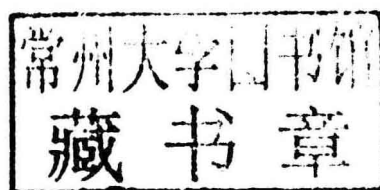


上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海交通大学学术出版基金项目

视频目标检测和跟踪 及其应用

杨 杰 张 翔 编著



上海交通大学出版社

内 容 简 介

计算机视觉是人工智能领域的一个重要分支。目标检测与跟踪是计算机视觉方向备受关注的根本问题,是众多视觉应用的基础技术,其性能直接决定了后续应用的稳健性与可行性。本书系统总结了作者近十年来在检测与跟踪方面所做的工作,介绍了其中的主导分析思想与主要理论成果,以及基本技术与有效方法。

本书适合理工科大学生,硕士生与博士生阅读,也可供自然科学与工程技术领域中的研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

视频目标检测和跟踪及其应用 / 杨杰,张翔编著.
—上海:上海交通大学出版社,2012
ISBN 978-7-313-08234-3

I. ①视… II. ①杨…②张… III. ①视频系统—
监视控制 IV. ①TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 043453 号

视频目标检测和跟踪及其应用

杨 杰 张 翔 编著

上海交通大学 出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

浙江云广印业有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 23.75 字数: 422 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1~1500

ISBN 978-7-313-08234-3/TN 定价: 68.00 元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话: 0573-86577317

前 言

视频目标检测和跟踪是计算机视觉领域的重要研究内容,也是智能视频监控、机器人导航、智能交通以及精确制导等领域的关键应用技术。该研究需要涉及多个理论学科,包括:图像处理、模式识别、概率论与数理统计、最优化理论等。因此视频目标检测和跟踪是一个兼具理论价值和实际意义的研究主题。

本书介绍了视频目标检测和跟踪及其应用的最新研究成果和动态,包括:预处理技术、图像中的目标检测、视频中的目标检测、Mean shift 跟踪方法、基于粒子滤波的跟踪方法。视频目标检测和跟踪已广泛而有效地应用于许多领域,如:精确制导武器研制、智能交通管理、智能安全监控、遥感信息处理、智能机器人。本书在应用方面重点介绍我们在智能安全监控(包括人脸识别、异常行为分析)的应用实践。

近10年来作者本着“借鉴—创新—实践应用”的指导思想,在视频目标检测和跟踪及其应用研究方面开展了不懈的探索研究,本书综合了作者在视频目标检测和跟踪及其应用研究过程中的最新研究成果。在研究过程中先后得到10多项国家和省部级科研项目的资助,包括科技部政府间国际科技合作项目“遥感监测、理解和生态污染预警的智能信息系统研究”、国家“863”项目“结合三维模型和流形学习的视频人脸识别的新方法”、科技部政府间重点国际合作项目“智能机器人的脑功能开发”、国家自然科学基金项目“复杂场景下稳健视觉跟踪算法研究”、教育部跨世纪优秀人才培养计划项目“基于综合策略的智能信息处理软件平台的理论和应用研究”,研究成果先后获上海市技术发明二等奖、上海市科技进步二等奖。没有这些项目资助,作者不可能取得在视频目标检测和跟踪及其应用研究的目前成果,以及本书的完成。

本书由杨杰、张翔负责执笔,杨杰负责审定所有书稿内容,书稿内容整合了作者负责的实验室在视频目标检测和跟踪及其应用研究方面的最新研究成果,

包括所指导的研究生(博士生:凌建国、刘瑞明、王芳林、程建、陈晓钢、杨磊、刘志、吕敬钦、郁生阳、彭宁嵩、张一、方江雄;硕士生:刘坤、袁泉、马波、李寅、周文明、杨进)论文中的部分研究成果。因此本书是我们这个充满热情与和谐气氛团队的集体创作。

作者在视频目标检测和跟踪及其应用研究过程和写作过程中得到了国内模式识别与智能系统专业的元老李介谷教授和著名学者施鹏飞教授的支持和帮助。作者负责的实验室与澳大利亚悉尼技术大学何祥健教授和吴强博士的合作研究,也对于本书中的成果有所帮助。在本书的写作过程中,作者负责的实验室研究生张苗辉、黄乔、傅可人、宋大成、王强等帮助汇编成书稿。在此一并表示感谢!最后,感谢上海交通大学学术专著出版基金的资助以及上海交通大学出版社的出色编辑工作,使得本书得以顺利出版。

上海交通大学

图像处理与模式识别研究所

杨杰 张翔

2011-7-8

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	预处理	1
1.2	目标检测	2
1.3	目标跟踪	3
1.4	应用实例	5
第 2 章	预处理技术	6
2.1	图像去模糊	7
2.1.1	模糊图像处理技术简介	7
2.1.2	经典图像恢复算法	10
2.1.3	盲反卷积图像恢复	16
2.1.4	其他图像恢复方法	19
2.2	视频稳像	21
2.2.1	图像匹配与运动估计	22
2.2.2	运动补偿	23
2.3	红外图像预处理	24
2.3.1	空域滤波法	25
2.3.2	频域滤波法	28
2.3.3	基于背景复杂程度描述的方法	32
2.3.4	基于数学形态学的 Top-hat 变换	34
2.4	监控图像预处理	38
2.4.1	灰度图像预处理	39
2.4.2	图像降噪与超分辨率	40

2.4.3 PTZ 相机	42
2.5 小结	45
参考文献	45

第 3 章 图像中的目标检测

3.1 图像中红外小目标检测	52
3.1.1 基于 PCA 族的红外小目标检测方法	54
3.1.2 基于概率 PCA 的红外小目标检测方法	58
3.1.3 基于多尺度几何分析的红外小目标检测算法	64
3.1.4 基于稀疏表示的红外小目标检测算法	68
3.2 行人检测	72
3.2.1 基于隐形状模型的目标检测	73
3.2.2 基于 HOG 特征和 SVM 的检测方法	80
3.3 人脸检测方法	89
3.3.1 基于分类器级联结构的快速人脸检测	89
3.3.2 多视角人脸检测系统	93
3.4 视觉显著性与显著性检测	98
3.4.1 基于增量信息的视觉显著性检测	100
参考文献	108

第 4 章 运动目标检测

4.1 运动目标检测	113
4.1.1 W4 算法	114
4.1.2 混合高斯模型	117
4.1.3 基于 MAP - MRF 的方法	121
4.1.4 帧差法	129
4.2 视频对象分割	132
4.2.1 交互式视频对象分割	132
4.2.2 自动视频对象分割	138
4.3 小结	155
参考文献	155

第 5 章	基于均值漂移的跟踪方法	159
5.1	Mean-shift 算法介绍	161
5.1.1	核密度梯度估计	161
5.1.2	Mean-shift(均值偏移)理论	164
5.1.3	Mean-shift 目标跟踪算法	166
5.2	Mean-shift 算法特征分析	171
5.2.1	Mean-shift 算法收敛性分析	171
5.2.2	Mean-shift 迭代轨迹的光滑性	173
5.2.3	Mean-shift 矢量幅值与窗宽的关系	175
5.3	基于分段的 Mean-shift 目标跟踪方法	176
5.3.1	融合框架	177
5.3.2	基于多个图像段的 Mean-shift 目标跟踪算法	178
5.3.3	基于多特性、多图像块的 Mean-shift	180
5.3.4	分段方法及图像段的权值计算	181
5.3.5	分段跟踪算法	184
5.3.6	实验结果及讨论	185
5.4	基于微分 SSIM (DSSIM)的跟踪算法研究	189
5.4.1	SSIM 介绍	190
5.4.2	微分 SSIM 跟踪方法	191
5.4.3	DSSIM 跟踪算法	193
5.4.4	DSSIM 算法的实验验证及结果分析	194
5.4.5	加入尺度变化的 S-DSSIM 跟踪算法	197
5.5	基于自适应带宽 Mean-shift 目标跟踪算法	202
5.5.1	仿射模型	202
5.5.2	特征点的匹配	204
5.5.3	后向跟踪-形心配准	205
5.5.4	自适应带宽跟踪算法描述	205
5.5.5	特征点对的回归	206
5.5.6	实验结果	208
5.6	基于核直方图 Kalman 滤波的模型更新	211
5.6.1	核函数直方图的更新	212
5.6.2	滤波参数的自整定	213

5.6.3 实验结果	215
5.7 小结	217
参考文献	218

第6章 基于粒子滤波的跟踪方法

6.1 贝叶斯滤波框架	221
6.1.1 最优估计与估计准则	222
6.1.2 贝叶斯意义下的状态估计	226
6.2 卡尔曼滤波及改进算法	229
6.2.1 卡尔曼滤波	229
6.2.2 扩展卡尔曼滤波	230
6.2.3 Unscented 卡尔曼滤波	232
6.3 粒子滤波	236
6.3.1 蒙特卡罗随机模拟	236
6.3.2 标准粒子滤波器	237
6.3.3 粒子滤波采样策略	239
6.3.4 退化现象和重采样	244
6.4 基于粒子滤波的视觉跟踪算法	246
6.4.1 基于粒子滤波的视觉跟踪基本理论框架	246
6.4.2 基于标准粒子滤波的视觉跟踪算法	250
6.4.3 基于卡尔曼预测采样粒子滤波的视觉跟踪算法	252
6.4.4 基于MCMC采样粒子滤波的视觉跟踪算法	257
6.5 基于粒子滤波与均值漂移的视觉跟踪算法	260
6.5.1 基于两层观测模型的混合跟踪算法	261
6.5.2 基于本征空间学习和KPF目标跟踪	267
6.6 多目标跟踪	272
6.6.1 数据关联与粒子滤波的结合	273
6.6.2 基于图模型的多目标跟踪算法	278
6.7 基于粒子滤波的红外目标跟踪	286
6.7.1 基于粒子滤波的单红外目标跟踪	286
6.7.2 基于粒子滤波的多红外目标跟踪	291
6.7.3 基于显著性的红外目标跟踪	291

6.8 小结	301
参考文献	301

第7章 应用实例	307
7.1 视频监控系统	308
7.1.1 视频监控系统框架	308
7.1.2 多视角目标识别及消失/重现目标识别问题	309
7.1.3 异常行为检测与识别	320
7.2 人脸识别系统	351
7.2.1 多视角人脸检测和验证	351
7.2.2 人脸重定位算法	357
7.2.3 基于视频的多视角人脸跟踪	358
7.2.4 人脸识别	366
7.2.5 多任务决策融合编程架构	368
7.3 小结	368
参考文献	369

绪 论

自欧洲文艺复兴以来,人类文明的发展进入了崭新的阶段,历经了数次重大变革,现在已经跨入信息时代。媒体是信息时代的一个基础概念,泛指一切信息的载体与平台。在多种多样的媒体信息中,视频信息无疑是最重要的一种,其在人们所接触的媒体信息中占有最大的比例。数字视频技术已经深刻地融入和改变了人们的生活:数码相机、数码摄像机以及视频播放器可以随时记录和重现任何感兴趣的图像信息;VCD/DVD、电脑以及网络能够把视频信息传送到世界任何地方;3G 视频电话、视频会议、远程视频医疗、数字电视、视频编辑以及网络视频点播已经改变了人们传统的工作和娱乐方式。

视频信息的内容极其丰富,因此相应的视频技术也涵盖了很宽泛的领域。从常见网络视频到神秘的宇宙飞船,从公共安全到军事领域,都有对视频技术的需求。从智能监控到视频压缩,从步态识别到人体行为分析,无论视频应用千差万别,相关的视频技术大多遵循类似的框架:视频预处理、运动目标检测以及运动目标跟踪。以智能监控系统为例,首先检测并跟踪运动目标,然后以检测与跟踪的结果为基础对场景的情况做出判断分析。考虑到场景的复杂性,例如时变的光照环境,有必要在检测之前进行预处理。

以视频技术的公共框架为基础,本书将介绍三方面的相关算法:预处理、目标检测以及目标跟踪。其中,预处理部分介绍了经典的图像预处理技术与视频预处理技术;目标检测部分介绍了图像中的目标检测方法 with 视频中的运动目标检测方法;目标跟踪部分介绍了 Mean-shift 跟踪算法以及基于粒子滤波的跟踪算法。最后本书还介绍了两个视频应用的具体例子。

1.1 预 处 理

实际观测环境中,相机成像过程通常受各种外部因素的干扰,如不同天气状况

影响、光照遮挡、夜间光照不足与散焦、运动模糊以及视频抖动干扰等。为顺利完成视频图像处理和任务,观测到的视频图像通常需要进行预处理。无论是日常生活中的数码照片修复和增强,还是图像去噪、图像融合以及监控视频的目标检测跟踪与异常行为分析,图像预处理算法在这些应用场景中都有非常重要的作用。通过对输入图像进行预处理,可提高图像信噪比、抑制背景噪声并增强图像中感兴趣目标的特征。图像目标检测、跟踪识别与行为分析等高级处理任务也能更稳健地运行。

本书第2章将介绍以下方面的视频图像预处理算法:图像去模糊算法、视频稳像、红外图像预处理技术以及监控图像预处理技术。处理的图像包括可见光图像或红外图像。因为不同应用环境中针对的图像处理任务不同,所以预处理算法的侧重点也有所不同。

图像去模糊是一个经典问题,因为从模糊图像中恢复出潜在的清晰图像是一个病态问题,所以该问题不限于唯一解。不同的约束条件和数学优化方法可以得到不同的恢复图像。对此第2章将详细介绍相关的去模糊技术,包括已知点扩散函数情况下的图像恢复算法和未知点扩散函数条件下的图像恢复算法。并且还将讨论不同算法实现方面的差别及其优缺点。

根据图像序列进行目标检测跟踪以及行为识别是计算机视觉中的一个研究热点。图像相邻帧包含许多冗余信息和时间轴方向的变化信息,这些信息对图像序列的上述处理任务有重要作用。然而许多实际观测环境中,摄像机会因设备的机械振动而造成视频抖动。这类视频抖动会对视频处理造成许多困难,破坏时间轴方向的图像信息相关性,并且造成人眼观测疲劳。第2章将介绍对应的视频稳像算法,通过这些算法可对抖动的视频实现电子稳像。此外红外图像预处理和监控视频预处理也是两类较典型的视频图像处理任务。第2章将对这些应用环境中的图像预处理算法展开讨论,介绍图像灰度校正算法、时域和频域滤波算法、图像去噪和超分辨率、PTZ相机等相关技术。

1.2 目标检测

计算机视觉通过计算机处理图像或视频来近似模拟生物视觉功能,并实现一定的工程任务。人眼视觉直观上就能检测识别场景中的各种静态或动态目标(汽车、建筑物、椅子、动物以及树木等),目标检测识别是人眼的基本能力。目标类别

各自未必有固定的外形,其视觉上的外观更是千差万别,比如行人的穿着各异、行走姿态和视角各异以及局部遮挡等。尽管存在上述因素,人类能够准确无误地检测并识别出所在场景中的物体,然而计算机技术在智能感知方面远逊于生物系统。

计算机视觉中的一项重要研究目标是实现目标检测,乃至实现图像或视频分析理解。图像目标检测是指将图像中感兴趣的目标检测出来并准确定位。比如检测人脸、车牌等感兴趣类别的目标,或检测图像中具有视觉显著性的目标。目标检测是计算机视觉领域的重要方向,有着广泛的应用范围,比如人脸检测、车牌检测等应用已经普及。目标检测也是视频监控、目标识别、人机交互以及场景分析等涉及图像或视频分析理解方向的基础技术。例如在智能交通中汽车检测及车牌检测等起到关键作用;人脸识别的前提要求正确检测出图像中的人脸。

本书第3章分别介绍红外小目标检测、行人检测、人脸检测以及视觉显著性检测4个部分。红外小目标检测针对红外图像中的小目标进行检测,在国防应用中有着重要作用,是红外成像制导技术的关键。行人检测及人脸检测则针对日常生活中各种应用场景环境,如智能交通、视频监控、人机交互、图像检索、图像标注、视频会议等,其应用前景广泛。与针对特定类别的检测不同,视觉显著性检测的感兴趣目标则是图像中视觉感官上显著特别的目标,同样应用范围广,可应用于目标跟踪、图像缩略图、场景理解及图像检索等方面。本书第4章着重介绍视频序列中的运动目标检测。针对视频监控将介绍W4算法、混合高斯模型、MAP-MRF框架以及帧差法;针对视频压缩将介绍交互式视频对象分割方法与自动视频对象分割方法。

1.3 目标跟踪

目前运动目标跟踪领域的两个热点是Mean-shift算法与粒子滤波,本书第5章与第6章分别对其做了详细的介绍。Mean-shift算法与粒子滤波各有其优点与缺点,总体来说,Mean-shift算法的运算效率更高,但跟踪性能不及粒子滤波。

Mean-shift算法是一种无参数核密度估计方法,由于具有实时性、鲁棒性以及易于实现的特点,已在视觉跟踪领域得到了广泛的研究和应用。第5章首先系统地介绍了Mean-shift算法的特征分析,给出了算法的形成过程、理论推导,然后在Comaniciu的Mean-shift跟踪算法上进行改进,提出了4种改进的跟踪算法。首先研究了一种分段Mean-shift的跟踪算法,该算法能够快速有效地跟踪在真实

场景中被遮挡的物体。为了利用目标的空间信息并解决遮挡问题,采用了多个图像段来描述目标,并且对不同的图像段赋予不同的权值并通过融合来决定最终的跟踪结果。其次还提出了一种基于微分结构相似度的跟踪方法。采用结构相似度来度量目标和候选目标,该度量比较符合人类视觉系统模型,能够包含目标的结构信息,并且可以克服光照变化。推导出了—种基于微分结构相似度(DSSIM)的跟踪算法,并在加入目标尺寸状态时推导出基于最速下降法的S-DSSIM跟踪方法,该方法能够减轻DSSIM陷入鞍点的情况。最后分析了Mean-shift目标跟踪方法在模型更新方面的不足,提出利用目标历史模型和当前匹配位置处得到的观测模型对目标核函数直方图进行Kalman滤波,从而对目标模型进行及时更新的方法。由于核函数直方图刻画的是目标的颜色分布,因此当目标存在尺度变化时该方法也可以很好地对模型进行更新。

第6章首先对贝叶斯滤波框架及常用的如卡尔曼滤波(KF)、扩展卡尔曼滤波(EKF)、不敏卡尔曼滤波(UKF)等滤波方法进行介绍。然后重点介绍标准粒子滤波器、基于标准粒子滤波器的改进算法及基于粒子滤波的视觉目标跟踪算法。

在单特征单目标视觉跟踪研究中,将介绍基于EKF预测采样和UKF预测采样的粒子滤波改进算法,并通过仿真实验说明改进算法的有效性;在提高粒子采样有效性,改善粒子匮乏等方面,将介绍基于马尔科夫链蒙特卡洛(MCMC)采样的粒子滤波跟踪算法,该改进算法利用MCMC方法在粒子采样空间构造马尔科夫链,通过该马尔科夫链搜索粒子采样空间,从而提高粒子采样的有效性;同时也通过仿真实验说明该改进算法的有效性。

在标准粒子滤波基础上,第6章将介绍粒子滤波框架下基于两层表观模型的跟踪算法。该算法采用颜色/灰度直方图作为“粗糙”模型,能够处理旋转和部分遮挡问题,并通过Mean-shift算法将每个粒子移位到局部最优位置,然后采用本征空间模型作为“精确”模型,用来计算最终每个粒子的似然值。算法在处理光照变化、多姿态等问题时有较好的跟踪结果。针对多目标跟踪问题,将联合概率数据关联滤波器与粒子滤波器相结合,构架基于粒子滤波与联合概率数据关联滤波的多目标跟踪算法。通过对复杂场景下多目标跟踪做仿真实验,实验结果说明该跟踪算法的有效性。同时将讨论基于图模型的多目标跟踪算法,并通过仿真实验说明该算法的有效性。

针对前视红外成像的特点,将介绍基于显著性检测和两步采样的红外目标跟踪算法。显著性检测能够突出图像中的显著目标,而在红外前视图像中,要跟踪的目标往往在图像中都是显著的,基于此,通过在显著性检测的结果图上建立显著性

模型,并采用本征空间模型作为另外一个观测模型,通过两步采样算法将两个模型结合。该算法跟踪结果准确,能够处理红外跟踪时目标外观变化,以及传感器自运动造成的目标位置突变等问题。

1.4 应用实例

本书的第7章介绍两个视频技术的应用实例:视频监控系统与视频人脸识别系统。视频监控是近几年来倍受关注的一个应用领域,它在公共安全领域发挥着重要的作用。如果把摄像机看作人的眼睛,而智能视频系统则可以看作人的大脑,智能视频监控技术就是借助计算机强大的数据处理功能,对视频画面中的海量数据进行高速分析,过滤掉监控者不关心的信息,为监控者提供有效的关键信息。利用智能视频监控系统可以识别不同的物体,发现监控画面中的异常情况,并能够以最快和最佳的方式发出警报和提供有用信息,从而能够更加有效地协助监控人员获取准确信息和处理突发事件,并最大限度地降低误报和漏报现象。视频监控遵循公共的视频技术框架,因此本书第2章至第6章涉及的技术均可运用在视频监控系统之中。第7章给出的第一个应用实例说明了如何将不同的技术有效地融合到视频监控的框架之中。

过去研究人员把大量精力投入到静态图片中的人脸识别,而忽视了视频人脸识别。随着3G电话与视频会议等技术的发展,研究人员逐渐开始把人脸检测与跟踪结合起来进行研究。视频人脸识别既要借鉴目标跟踪技术,又要考虑人脸的特有属性。在视频人脸识别系统中,最关心的问题是人脸的最终识别率,而人脸的识别率依赖前期的很多关键技术,如视频人脸检测与人脸跟踪等。相对于静态人脸识别,高效与可靠的视频人脸识别系统是一个极具挑战性的问题。

第7章的视频人脸识别系统包括两个方面:一是数码相机下近距离较清晰视频人脸识别;二是监控场景中较远距离较模糊人脸识别的。监控场景与数码相机下的人脸识别有较大的区别,需要克服更多的监控应用中的困难。在监控系统中,成像质量成为阻碍人脸识别的主要因素,包括图像分辨率、图像聚焦以及运动模糊等。该实例主要针对监控场景中的人脸识别应用中的关键问题进行了研究,搭建了一个多视角人脸检测的框架,研究了光照补偿与人脸验证算法,并详细阐述了一种新的基于人脸特征的人脸图像重定位算法。

预处理技术

视频图像处理中的目标跟踪与识别、行为分析、场景分析等任务,都依赖观测到的原始图像。视频监控系统获取的原始图像通常经过图像降质过程,从而使得观测到的图像信息不充分或不可靠,并影响特征提取、图像匹配、目标检测等图像处理任务。图像预处理环节旨在还原图像原始信息,去除噪声,从而为后续工作提供更好的基础。

本章将介绍一些常见的图像预处理技术。首先第1节介绍模糊图像恢复技术。该技术在天文图像、医学图像、视频监控图像等各类图像处理任务中均有重要作用。对于空不变模糊图像,通常图像模糊过程可表示为卷积运算,从观测到的模糊图像计算潜在的清晰图像过程实际上是求反卷积。对此将介绍常用的非盲反卷积和盲反卷积方法。

第2节将介绍视频稳像技术。汽车、飞机或舰艇等装备上的机载相机,由于承载设备自身的机械振动,拍摄到的视频图像会有剧烈抖动,从而影响人眼观测,并使基于计算机视觉的处理技术变得不可靠。非专业摄像者在拍摄视频时,也常会使视频含有不期望的抖动。要去除这类视频抖动并优化视频质量,视频稳像技术是一种较有效的方法。对于视频图像目标跟踪,前后帧图像在时间轴上的相关性能提供有用的参考信息。而通过视频稳像技术去除视频抖动,则能增强前后帧图像的相关性,优化视频质量。

第3节将对红外图像的预处理方法进行介绍。红外图像与可见光图像有不同之处。根据红外图像自身特点,可采用如下技术进行图像预处理:空域滤波法;频域滤波法;基于背景复杂程度描述的方法和基于 Top-hat 变换的方法等。通过这些预处理技术,可提高红外图像目标检测跟踪、小目标检测定位等算法的可靠性。红外图像预处理技术亦可称为是一种背景抑制技术,通过抑制图像复杂背景和杂波干扰,可提高红外图像的信噪比。

第4节将对监控图像预处理方法进行介绍。监控视频图像由于受到外部环境因素影响,如光照不均匀、目标遮挡、图像噪声等,视频质量可能较差,因此需要进行预处理。我们将讨论监控场景视频图像预处理的相关算法,如图像光照校正、图像滤波算法、图像去噪和超分辨率等技术。此外还将介绍 PTZ 相机的相关技术,通过对感兴趣目标的检测跟踪,主动调节摄像机的转角和焦距等控制参数信息,从而获得更清晰的目标景物图像。

2.1 图像去模糊

模糊图像恢复是图像处理中的一个基本问题,是计算机视觉应用中图像预处理与图像增强环节的一个重要组成部分。从观测到的模糊图像恢复出清晰图像对目标检测跟踪、图像场景分析等研究课题有重要意义。此外,模糊图像恢复技术在天文学、航空航天、视频监控、医学等领域均有广泛应用。

图像模糊是典型的图像退化过程,该退化可能是空不变的退化,或空变退化。空变退化可近似认为是局部空不变的退化。图像空不变模糊可通过线性运算得到。清晰图像与点扩散函数(Point Spread Function, PSF)进行卷积,加上图像噪声,得到退化图像。从模糊图像计算清晰图像是一个逆过程,该运算通常伴随有病态特性,因此由去模糊算法计算得到的清晰图像与真实图像会不一致。

引起图像退化的因素有多种,包括传感器特性的非线性、光学系统的像差、成像设备与物体之间的相对运动以及大气湍流效应等。光学系统的相差引起的模糊通常称作散焦模糊,它是由于成像平面偏离光学镜头焦点而造成的。成像设备与物体之间的相对运动引起的模糊称作运动模糊,它是由于图像获取过程中目标物体或成像设备的快速机械运动所造成的。大气湍流效应是指由于光子的散射或湍流,引起空间信息的混叠,从而造成图像模糊。

因为运动模糊在日常视频图像拍摄中普遍存在,图像恢复方法也较多,这里侧重分析图像运动模糊恢复技术。该节首先介绍图像去模糊技术相关的基本概念,简述当前流行的模糊图像恢复算法,然后对相关的非盲反卷积方法和盲反卷积方法进行详细介绍。

2.1.1 模糊图像处理技术简介

运动模糊图像恢复是经典问题,从问题被提出到现在,研究者提出了许多解决