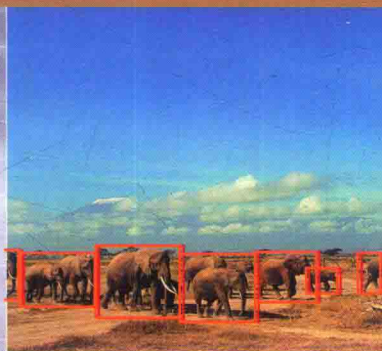




视频序列运动目标 检测与跟踪

瞿中 安世全 著



科学出版社

视频序列运动目标 检测与跟踪

瞿 中 安世全 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以视频序列中运动目标检测与跟踪技术为核心,对运动目标检测与跟踪理论和方法进行探讨,吸纳国内外相关运动目标检测与跟踪技术的精华,阐述基于 K-means、AdaBoost 和 LBP 背景建模的特征分类以及 Otsu 结合肤色检测的微动目标提取算法;设计利用 SVM 方法提取 HOG 特征分类器对行人人体进行检测的算法、基于前景模板和 Camshift 相结合的目标跟踪算法;实现双层 Codebook 模型和短时滑动窗口相结合的背景更新方法,解决外部干扰问题,保证粒子多样性,减少计算量和时间复杂度;提出一种基于轨迹网格化分析的运动目标徘徊检测方法。

本书所有实验结果及分析均取自作者所在研究团队工作的研究成果,具有一定的前沿性和实用性。

本书既可作为高等院校计算机相关专业的数字图像处理、计算机视觉等专业教材或教学参考书,也可作为通信工程、电子信息工程、电子科学与技术、自动化等相关专业读者的数字图像处理课程教材,还可供相关工程师及应用开发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

视频序列运动目标检测与跟踪/瞿中,安世全著. —北京:科学出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-03-055030-9

I. ①视… II. ①瞿… ②安… III. ①运动目标检测-研究 ②目标跟踪-研究 IV. ①TP72 ②TN953

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 267239 号

责任编辑:张艳芬 / 责任校对:桂伟利

责任印制:师艳茹 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2018 年 1 月第一次印刷 印张:15 1/2 插页:2

字数:299 000

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

运动目标检测与跟踪是计算机视觉、图像处理和模式识别等相关领域的研究热点,其核心是对视频序列进行有效的分析和处理,包括运动目标检测、识别和跟踪等技术。近年来,运动目标检测与跟踪技术得到了快速发展,相关理论取得进一步突破,且结合其他学科提出的新方法广泛应用于实际工程项目中。本书的主要目的是研究视频序列中的运动目标检测与跟踪技术,为读者在相关领域的进一步学习和研究奠定基础。

本书研究视频中的微动目标特征提取与分类,分析基于边缘特征和 SURF 的图像特征提取技术,设计基于 K-means、AdaBoost 和 LBP 背景建模的特征分类以及 Otsu 结合肤色检测的微动目标提取算法,并提出阴影去除方法。同时,利用多线程技术实现坐席视频通话系统,能够对实时视频、录制视频或序列图像进行背景替换并输出结果,还可以将处理结果实时传输到用户手机上。

本书利用 SVM 方法提取 HOG 特征分类器对行人人体进行检测,采用 AdaBoost 算法提取 Haar-Like 特征和 MB-LBP 特征生成特征分类器对行人人头进行检测,设计三帧间差分算法,改进粒子滤波方法中的剩余重采样流程并降低均方根误差和平均运行时间。结合运动目标检测限定粒子滤波算法中粒子的采样范围,增加粒子代表性且提高跟踪效率和准确率。

针对混合高斯背景建模过程中容易出现的残影问题,利用优化学习率的方法对传统混合高斯背景模型方法进行优化,本书设计基于前景模板和 Camshift 相结合的目标跟踪算法,提出基于运动目标关键帧的遗留物主提取方法,实现双混合高斯背景模型的遗留物检测系统,并提高算法实时性和准确率。

在 YUV 颜色空间中,本书设计双层 Codebook 模型和短时滑动窗口相结合的背景更新方法,解决目标交叉、遮挡、光线和阴影等干扰,减少计算量和时间复杂度;根据连续多帧中目标位置估计目标的运动方向,重点选择该方向的粒子进行重采样,提高粒子滤波跟踪的效率和准确性;采用随机森林和改进的 2Bit-LBP 特征训练分类器,使得检测器与跟踪器同时运行,提高目标跟踪的准确性和实时性。

本书通过提取运动目标的特征并设计合理的判断依据,检测目标穿越警戒线、逆向运动、突然加速、行人的跌倒等异常行为。同时,对运动目标轨迹进行网格化分析,统计轨迹在网格中的分布情况,设计一种基于目标轨迹网格化分析的徘徊检测方法,判定目标徘徊行为并进行跟踪报警。

本书是作者近八年来科学研究和研究生教学实践的结晶,历时两年写成。作

者承担多项与运动目标检测与跟踪理论有密切关系的研究工作,在研究工作中参阅大量文献,经过深入分析论证,归纳成现在的体系。书中采用的视频和图像均来自公开的数据集或作者和研究生所在实验室采集的数据。全书由瞿中、安世全撰写,白羚、廖春梅、赵从梅、刘帅、柴国华、徐梦茹、耿明月、鞠芳蓉、陈宇翔、吴戈、王腾锋、陈思琪、黄旭、张玲、危学明、徐芳琳、曹悦欣、刘京、吕磊、王升烨、黄晓凌、孟琦、郭帅、文倩云、赵栋梁、辛宁、张亢、张宁、姚倩、关兴、马庆伟、张庆庆等研究生参与了实验分析、系统实现、文字校对等工作,在此表示感谢。

本书得到了重庆高校优秀成果转化资助重点项目(KJZH14219)、重庆邮电大学出版基金的资助,在此一并表示感谢。

限于作者水平,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正,并提出宝贵意见,以便进一步完善。可将您的宝贵意见和建议发送至 quzhong@hotmail.com。

作 者

2017 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 运动目标检测与跟踪概述	1
1.1 运动目标检测与跟踪的发展及现状	1
1.1.1 运动目标检测与跟踪的发展	1
1.1.2 运动目标检测与跟踪的国内外研究现状	2
1.2 运动目标检测与跟踪技术	4
1.2.1 运动目标检测技术简介	4
1.2.2 运动目标跟踪技术简介	6
1.3 运动目标检测与跟踪的技术难点	9
1.4 本章小结	10
参考文献	10
第 2 章 运动目标检测与跟踪基础知识	13
2.1 视频序列图像的预处理	13
2.1.1 图像灰度化	13
2.1.2 图像二值化	16
2.1.3 图像增强	18
2.1.4 图像滤波	20
2.1.5 形态学处理	22
2.1.6 颜色空间	25
2.1.7 图像边缘检测	28
2.2 运动目标检测技术	31
2.2.1 光流法	31
2.2.2 帧间差分法	33
2.2.3 背景减除法	34
2.2.4 可视化背景提取算法	42
2.3 运动目标跟踪技术	46
2.3.1 Meanshift 跟踪算法	46
2.3.2 Camshift 跟踪算法	48
2.3.3 Kalman 滤波跟踪算法	49
2.3.4 粒子滤波跟踪算法	51

2.3.5 基于 Snake 模型的目标跟踪算法	53
2.4 本章小结	58
参考文献	58
第3章 视频序列中的微动目标检测方法	61
3.1 图像特征分类技术	61
3.1.1 Bayes 分类算法	61
3.1.2 K-means 算法	62
3.1.3 条件随机场模型	65
3.1.4 AdaBoost 模型	68
3.2 图像特征提取技术	70
3.2.1 基于区域分割的特征提取	70
3.2.2 基于目标边缘检测的特征提取	71
3.2.3 基于目标纹理的特征提取	71
3.3 微动目标提取技术	71
3.3.1 改进的 K-means 聚类算法	72
3.3.2 肤色检测算法	74
3.4 微动目标背景替换技术	76
3.4.1 微动目标粗分割算法	76
3.4.2 微动目标孔洞填充算法	77
3.4.3 背景替换算法	80
3.5 LBP 背景建模改进技术	81
3.5.1 LBP 纹理特征提取算法	81
3.5.2 基于 LBP 背景建模的微动目标检测算法	83
3.5.3 LBP 背景建模改进算法性能分析	84
3.6 多线程图像处理技术	90
3.6.1 多线程与图像处理	91
3.6.2 多线程与视频微动目标提取算法	91
3.6.3 线程间的通信	92
3.6.4 共享缓冲区和互斥机制	92
3.7 坐席视频通话中的微动目标检测与背景替换系统	95
3.7.1 坐席视频通话系统体系结构	96
3.7.2 坐席视频通话系统设计与实现	97
3.8 本章小结	100
参考文献	101

第 4 章 视频序列中的运动目标跟踪方法	103
4.1 结合前景检测的运动目标跟踪技术	103
4.1.1 Codebook 背景建模	104
4.1.2 融合邻域信息 Codebook 背景建模	106
4.1.3 确定跟踪目标和特征提取	107
4.1.4 基于颜色特征的运动目标模型构造	109
4.1.5 融合邻域信息的 Codebook 模型与粒子滤波结合的跟踪算法	110
4.1.6 目标跟踪和特征提取算法性能分析	112
4.2 结合在线学习检测器的运动目标跟踪技术	115
4.2.1 基于机器学习的特征提取	117
4.2.2 特征选择与分类器设计	118
4.2.3 随机藏丛在线学习和粒子滤波相结合的目标跟踪	122
4.2.4 基于滤波的目标跟踪算法性能分析	123
4.3 视频序列中的粒子滤波跟踪系统体系结构	126
4.3.1 粒子滤波跟踪系统体系结构	127
4.3.2 粒子滤波跟踪系统设计与实现	128
4.4 本章小结	130
参考文献	131
第 5 章 行人检测和流量统计方法	133
5.1 运动目标计数算法	133
5.1.1 智能视频监控系统概述	133
5.1.2 行人计数统计算法	134
5.2 基于 AdaBoost 的行人检测技术	139
5.2.1 人头样本训练	140
5.2.2 Haar-Like 特征与 MB-LBP 特征提取	142
5.2.3 基于 AdaBoost 的人头检测算法	144
5.2.4 人头检测实验结果与分析	145
5.3 基于 SVM 的人体识别技术	150
5.3.1 HOG 特征提取	150
5.3.2 SVM 分类器	152
5.3.3 人体识别实验结果及分析	153
5.4 基于粒子滤波跟踪的人头检测技术	156
5.4.1 改进的粒子滤波剩余重采样算法	156
5.4.2 结合人头检测的粒子滤波算法	161
5.4.3 粒子滤波的人头检测实验结果与分析	162

5.5 行人检测和流量统计系统	165
5.5.1 行人检测系统设计与实现	165
5.5.2 行人流量统计系统设计与实现	170
5.6 本章小结	176
参考文献	176
第6章 视频序列中的遗留物检测方法	179
6.1 遗留物检测技术	179
6.1.1 算法约束假设	181
6.1.2 视频序列图像单帧预处理	182
6.1.3 遗留物检测算法	183
6.1.4 基于场景分类的遗留物检测算法	187
6.1.5 基于双背景模型的遗留物检测算法	188
6.1.6 基于目标行为分析的遗留物检测算法	189
6.2 基于双混合高斯背景模型的遗留物检测技术	191
6.2.1 遗留物检测算法中的静止前景检测	191
6.2.2 改进的混合高斯背景建模算法	192
6.2.3 静止前景目标的提取	194
6.3 遗留物主的提取技术	196
6.3.1 改进的 Camshift 目标跟踪算法	197
6.3.2 基于图像信息熵的遗留物主关键帧提取	199
6.4 遗留物检测实验结果与分析	201
6.5 本章小结	205
参考文献	206
第7章 运动目标异常行为检测与跟踪方法	208
7.1 运动目标表示与特征提取	208
7.1.1 运动目标表示	209
7.1.2 运动目标特征提取	209
7.2 运动目标异常行为检测技术	210
7.2.1 目标越线和进入虚拟墙检测	211
7.2.2 逆向运动和加速运动检测	215
7.2.3 运动目标跌倒和蹲下行为检测	216
7.2.4 运动目标伸开双臂检测	218
7.3 运动目标徘徊检测技术	218
7.3.1 运动目标徘徊轨迹检测	219
7.3.2 运动目标轨迹的网格化分析	221

7.3.3 正常行为轨迹分析	223
7.3.4 徘徊行为轨迹分析	224
7.3.5 徘徊轨迹检测	224
7.4 运动目标行为检测与跟踪实验结果与分析	226
7.5 异常行为检测系统的设计与实现	231
7.5.1 异常行为检测系统体系结构	231
7.5.2 异常行为检测系统接口设计与实现	232
7.5.3 异常行为检测系统设计与实现	233
7.6 本章小结	236
参考文献	236
索引	237
彩图	

第 1 章 运动目标检测与跟踪概述

人类的视觉系统是以大脑为核心的高级信息处理系统,可同时获得时间和空间上的信息。科学研究证实,人类约 80%的外界信息都是通过视觉系统获取,人们观察运动目标,通过人眼视觉系统对其运动状态、轨迹以及行为等进行分析和预测^[1]。随着数字图像处理、人工智能、模式识别等相关科学技术理论的快速发展,计算机被赋予视觉,从而可以模拟人眼视觉处理系统,运动目标检测与跟踪技术也成为数字图像处理、计算机视觉、人工智能等相关领域的研究热点,被广泛应用于安防、智能机器人、现代军事、智能交通等领域。

本书主要介绍运动目标检测与跟踪基础知识、视频序列中的微动目标检测方法、视频序列中的运动目标跟踪方法、行人检测和流量统计方法、视频序列中的遗留物检测方法以及运动目标异常行为检测与跟踪方法等。本书的总体框架如图 1.1 所示。

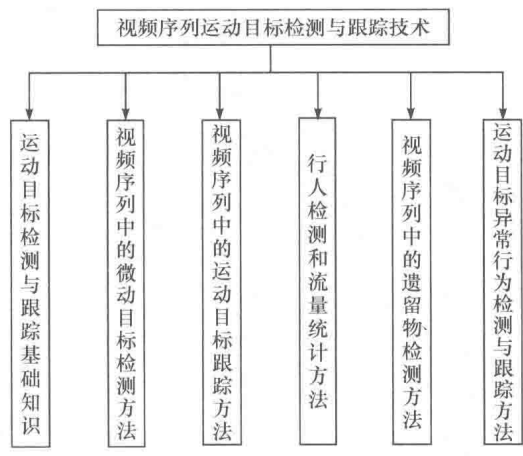


图 1.1 视频序列运动目标检测与跟踪技术总体框架

1.1 运动目标检测与跟踪的发展及现状

1.1.1 运动目标检测与跟踪的发展

进入 21 世纪以来,随着全球经济的飞速发展和工业化、城市化进程的不断加

快,城镇人口比例在不断增大,私有车辆也越来越多,由此引发的社会安全和交通安全问题逐渐呈现出多元化、复杂化的增长趋势,引起各国政府相关部门及社会机构对视频监控技术的高度重视,由此成为运动目标检测与跟踪技术研究得以发展的重要社会动力。同时,伴随着计算机通信技术、运算技术和信息技术的发展,以及计算机硬件基础、图形图像和视频处理技术的不断提升,基于视频序列的运动目标检测与跟踪技术得到了快速发展,相关技术研究成果也得到广泛应用。

运动目标检测与跟踪技术已经有近 20 多年的研究历史,这项技术的研究内容主要涉及运动目标检测与提取、运动目标跟踪、运动目标识别、运动目标行为分析和理解等诸多方面,是计算机视觉研究的重要分支。对运动目标检测与跟踪技术的深入研究不但具有实际的研究价值,而且对计算机视觉其他领域的发展也具有重要的促进作用。

运动目标检测技术最初的应用主要是在视频监控系统中,常见于商业和军事上的应用,特别是具有高安全要求的金融机构、机场、政府部门等。但是,随着人们生活水平和要求的不断提高,针对人们自身生活环境的安全要求也越来越高。此外,接连不断发生的恐怖事件和犯罪分子的作案手段越来越高明等,各国政府和普通民众越来越清晰地认识到,这些人的犯罪活动不仅给国家带来名誉的损失,还会直接或者间接影响到经济和社会的发展,更重要的是严重威胁普通民众的日常生活和生命财产安全。因此,在人们的日常生活和商业活动中,诸如购物商场、银行以及各种大型娱乐活动等场所都安装了视频监控,应用运动目标检测技术对监控范围内出入的车辆或行人进行监控^[2,3]。

运动目标跟踪技术在军事方面、安全监控、智能交通、视觉导航、医疗诊断以及气象分析等方面也有着广泛的发展和应用前景。军事方面,主要采用电视跟踪和红外跟踪技术,具体应用如导弹制导、空间飞行体和靶场测量等;安全监控方面,如通过摄像机实现动态场景视频跟踪监控,现已被广泛应用于社区、大型公共场所等;智能交通中,可以进行车辆的实时检测和跟踪,能够实时监控车流量、车速、车流密度、交通事故、违章逃逸车辆等交通状况,用于实时地智能交通调度和处理。

1.1.2 运动目标检测与跟踪的国内外研究现状

运动目标检测与跟踪作为数字图像处理和计算机视觉的一个热门研究领域在人类生产生活中具有很大经济效益和应用价值,一直以来吸引着大量学者对其进行深入研究,但是受环境复杂、目标运动状态多样性等客观因素影响,目前还无法找到一个在所有条件下都适用的方法。近年来,国内外学者提出了许多方法用于改进运动目标检测和跟踪技术,其目的就是为了提高运动目标检测和跟踪技术在不同应用条件下的准确性、实时性、鲁棒性,但是目前对运动目标检测与跟踪的研究依然面临着巨大挑战。

1. 国外研究现状

国外众多知名的高等院校和科研机构对运动目标检测与跟踪技术进行了持续深入的研究。到目前为止,运动目标检测领域取得了巨大进展,例如,美国卡内基梅隆大学的学者 Lipton 等对帧间差分算法进行了深入研究,提出了有效的改进算法;美国马里兰大学的学者 Davis 领导的研究小组一直致力于动态目标的研究,改进了传统背景模型算法;麻省理工学院的学者 Stauffer 等又对背景模型算法进行了改进研究,将背景模型的建立改进为自适应的过程。

在运动目标跟踪领域,国外对视频跟踪理论的研究起步较早。20 世纪中期,GAC 公司就开发出了地形识别跟踪系统,并将其应用于军事领域中。20 世纪 80 年代,美国国家科学基金会复杂环境中目标检测和跟踪做了深入研究,为此领域的研究做了大量工作。英国雷丁大学科研团队主要对车辆和行人的跟踪进行了总体的研究和开发。美国马里兰大学学者研制的实时视觉监控系统 W4,不仅能实现对人的身体部分的定位,而且能实现多人的跟踪。

与此同时,国际学术期刊和学术会议也对运动目标检测与跟踪技术的发展做出了巨大贡献。主要的学术期刊有模式分析与机器智能(*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*)、国际计算机视觉学报(*International Journal of Computer Vision*)、图像处理(*IEEE Transactions on Image Processing*)、计算机视觉与图像理解(*Computer Vision and Image Understanding*)、模式识别(*Pattern Recognition*)等;主要的学术会议有计算机视觉与模式识别会议(International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR)、国际计算机视觉学术会议(International Conference on Computer Vision, ICCV)、欧洲计算机视觉会议(European Conference on Computer Vision, ECCV)、亚洲计算机视觉会议(Asian Conference on Computer Vision, ACCV)、国际模式识别会议(International Conference on Pattern Recognition, ICPR)等,这些学术期刊和会议报道了当前运动目标检测与跟踪技术的相关研究热点和进展。

2. 国内研究现状

相比国外,国内针对运动目标检测与跟踪技术的研究起步较晚,但通过各大高校和科研机构近年来的研究探索,国内学者在运动目标检测与跟踪领域也做出了重大贡献。

在运动目标检测与跟踪技术领域,很多高校和科研机构进行了深入的研究,例如中国科学院北京自动化研究所的模式识别国家重点实验室对视频监控中交通异常行为和异常事件进行了研究,取得了可喜的成果;清华大学以人们生存的自然环境作为视频研究对象,对真实场景中视频内容进行了深入研究;西安交通大学开发

出了智能车辆跟踪系统。但是,我国在运动目标跟踪方面还存在很多问题,如存在数据不能实时处理、图像质量较差、跟踪目标丢失等,这需要国内相关领域的学者共同努力来解决,以不断推动运动目标检测与跟踪技术的发展。

1.2 运动目标检测与跟踪技术

运动目标检测与跟踪技术是智能视频监控领域的核心技术,为后续监控中的目标识别、行为识别、场景理解等提供重要信息来源与技术基础。运动目标检测与跟踪技术直接操作于输入图像,通过合理的图像数据表达与分析,挖掘所关注目标的位置与形态特征,并将这些信息传递给后续计算机视觉分析系统,完成进一步的分析与处理。

1.2.1 运动目标检测技术简介

运动目标检测范围包括行人检测、车辆检测、物品检测、区域运动检测、粒子或生物体检测等。目标检测技术既可以面向单幅图像,也可以面向视频中的某一帧图像,图像既可以是可见光图像,也可以是红外、微波或其他成像方法获得的数字图像。运动目标检测的目的是从视频序列中将变化区域从背景中提取出来,首先用摄像机按一定时间间隔获取运动目标的视频图像,经视频采集卡将视频信号传输到计算机,利用计算机程序对其进行相关处理,然后检测出感兴趣的运动目标。运动目标检测的基本流程如图 1.2 所示。

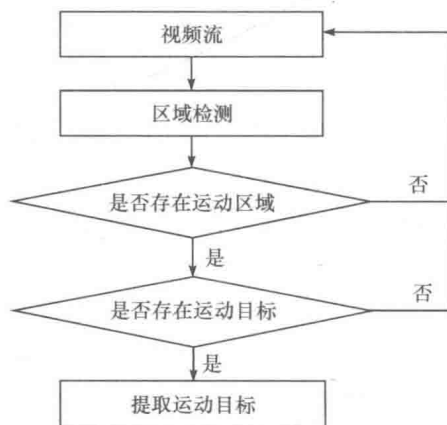


图 1.2 运动目标检测的基本流程

目前常用的运动目标检测方法主要有以下几种。

1. 基于光流的检测方法

光流是空间运动目标在观测成像上像素运动的瞬时速度。光流法^[4]是指建立在光流场基础上,先从图像中提取光流场,结合图像特征信息来进行目标检测。光流场包含图像速度的大小和方向,同时描述了运动目标从上一幅图像到下一幅图像对应像素点之间的位移信息。图 1.3 为物体移动时的光流场,图 1.3(a)为物体远离时的光流场,图 1.3(b)为物体右移时的光流场。

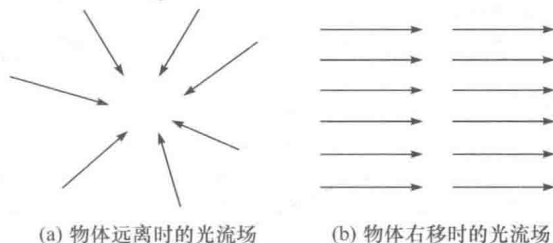


图 1.3 物体移动光流场

光流法的研究是利用视频序列中像素强度数据的时域变化和相关性来确定各自像素位置的“运动”,研究的是图像灰度在时间上的变化与景象中物体结构及其运动的关系。将二维图像平面特定坐标点上的灰度瞬时变化率定义为光流矢量。Shafie 等^[5]提出的方法是通过对视频图像运动场进行构建,并结合视频中运动目标在时间和空间上的信息,以此对目标的运动信息进行描述。该方法可以在没有预知场景信息的情况下对视频中的运动目标进行检测,并且能够克服拍摄过程中产生的背景移动,对视频中的运动目标进行精确测速。光流法的缺点是:当检测区域的灰度等级变化不明显时,不能够对运动目标进行有效的检测。另外,当视频场景中的光线发生改变时,即使场景中没有运动目标,光流法也会检测出光流;当三维场景中的图像投射到二维空间时,图像中必然会损失一些灰度和亮度信息,这就导致该方法在检测运动目标时会存在孔径和遮挡,使得无法精确检测二维运动场景中的目标。由于该方法的计算复杂度高,因为为了保证算法的实时性,在实际工程应用中需要有特定的硬件作为支撑。

2. 基于帧间差分的检测方法

帧间差分法是一种通过对视频序列中相邻两帧进行“相减”运算来检测运动区域的方法^[6]。其基本原理是:当视频中有区域发生变化时,相邻帧之间会有明显的不同,从而可以对相邻两帧作差并与预先设定的阈值比较来确定视频序列中的运动区域。帧间差分法也适用于动态背景中的运动目标检测,该算法计算量少且容易实现,能够对目标进行快速检测,但是在处理实际问题时,帧间差分法也出现了

一些无法避免的问题,例如,检测的目标不完整,对光线比较敏感,当场景中的亮度变化过快时会对检测结果产生影响。另外,检测目标的速度过快或者过慢都会对检测结果产生影响,过慢可能无法有效检测到目标,过快可能检测到两个目标,从而影响帧间差分法在实际问题中的广泛应用^[7]。

许多学者对帧间差分法进行了研究:例如,Bang 等^[8]在研究中使用团块背景减方法进行运动目标和区域检测;Widyawan 等^[9]在研究中使用帧差分法和动态模板匹配方法实现自适应运动检测;Chen 等^[10]在研究视频监控中的火焰检测和分割算法中,对帧间差分法进行了深入研究。这些学者从不同的角度,对帧间差分法进行了改进,克服了基本帧间差分法的缺点,更加准确地对运动目标进行检测。

3. 基于背景减除的检测方法

背景减除法^[11]是先建立一个背景模型,然后将模型与视频序列逐帧比较,若视频图像帧与所建立的背景模型的同一位置相同,则被认定为背景并更新背景模型,否则即为运动目标。背景减除法原理简单、易于实现且适应动态的背景变化,目前已成为运动目标检测领域的研究热点。背景建模是背景减除法的关键环节,常用的背景建模方法有高斯背景建模法、核密度估计建模法和 Codebook 背景建模法。

Stauffer 等^[12]提出的混合高斯模型算法为图像中每个像素点建立多个高斯模型,检测时若当前图像帧中的像素点与模型匹配,则判定该点为背景点并及时更新背景,否则判定为前景点。高斯背景模型适用于动态背景情况,但算法对全局光照变化敏感,还存在参数调整困难、计算复杂度高、实时性差等缺陷。非参数核密度估计建模方法是通过每个像素点的历史数据建立非参数分布的背景模型,然后通过设定合适的阈值来进行前景检测^[13]。与混合高斯模型相比,该算法准确度更高,但占用内存大、计算复杂且实时性差。Kim 等^[14]提出的 Codebook 背景模型算法在 RGB 颜色空间中用码本(codebook)来描述像素点,用亮度范围和颜色扭曲度模型判断标准来构建背景^[15]。该算法易于实现,适用于背景绝对静止的情况,但其在 RGB 色彩空间建模,亮度信息和色度信息融合,故导致计算冗余度大。

1.2.2 运动目标跟踪技术简介

运动目标跟踪技术是对视频序列的运动目标进行跟踪,其中的目标是引起兴趣的各类运动本体,如行人、车辆、飞机、导弹、基本粒子或星体等。目标跟踪的目的与目标检测相似,即获取目标当前时刻在图像中的位置或存在区域,不同的是目标跟踪需要保持目标的时空一致,即要求算法能够识别或区分不同时间出现在视频序列图像中的目标是否为同一目标。运动目标跟踪是以运动目标检测为基础,利用提取出来的运动信息,在连续帧中寻找与目标特征匹配的位置,最终获得运动

目标的完整运动轨迹过程。运动目标跟踪的基本流程如图 1.4 所示。

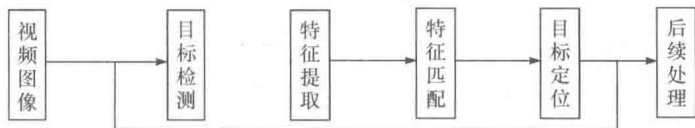


图 1.4 运动目标跟踪的基本流程

目前常用的运动目标跟踪方法主要有以下几种。

1. 基于区域特征的跟踪方法

基于区域特征的跟踪方法中,首先要得到运动目标并建立目标模板,利用目标区域信息(如运动目标的质心、外接矩形框、目标区域的大小等)来对前后帧图像区域进行匹配,即要计算不同的区域信息特征项之间关联性的最大值,来确定运动目标在当前帧中的位置,实现目标在场景中位置的跟踪。由于基于区域特征的图像匹配和基于区域特征的图像分割过程联系比较紧密,因此可以利用跟踪—分割联合的方法进行目标跟踪。例如,Brox 等^[16]利用图像分割结果进行运动目标定位,反过来利用定位目标位置对图像的分割效果进行修正,从而对连续的运动目标进行跟踪。

基于区域特征的跟踪方法根据其处理场景复杂程度的不同,跟踪的效果也不同。在背景单一的环境中,该方法可以得到准确效果;但是,目标的运动状态和外部形状是复杂多变的,如目标旋转、外形变化、光照变化等,在这些情形下无法实现区域信息的匹配,使用这种方法将会导致跟踪失败。原始的基于区域特征的匹配跟踪方法是对整幅图像进行处理,运算消耗较大,实时性较差,限制了其在实际应用中的应用。

2. 基于轮廓特征的跟踪方法

基于轮廓特征的跟踪方法计算量要少很多。该方法首先采用一定的规则获得目标外部轮廓,并将其当做匹配模板,将随后的视频帧图像二值化,对图像中的目标轮廓特征进行匹配,找到当前帧中目标运动位置,实现目标跟踪。该类方法中,比较经典的是 Kass 等^[17]提出的主动轮廓模型,又称为 Snake 模型,是一种常用的基于边缘信息的跟踪算法。基于轮廓特征的跟踪方法可以动态地对目标外部轮廓进行更新,能够很好地应对目标外部形状发生变化,实现有效跟踪。但是,获得目标轮廓的初始模板是其研究的核心,也是难点。由于运动目标在运动过程中不可避免地会发生目标与目标之间或者目标与背景物体之间的遮挡,此时目标的完整外部轮廓就不能实时得到,因此无法实现轮廓信息匹配,不能有效对目标进行跟踪。