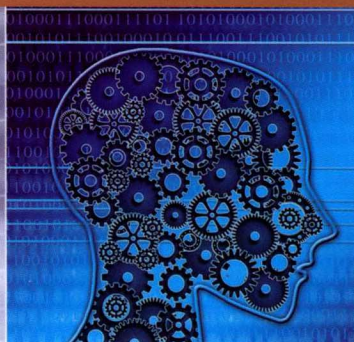




视频中的异常事件检测

石艳娇 齐 妙 李晓惠 著



科学出版社

视频中的异常事件检测

石艳娇 齐 妙 李晓惠 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书针对智能视频分析中的异常事件检测及其在视频安全认证领域的关键问题展开深入研究,旨在提高智能视频分析系统的效率和智能化水平。通过深入挖掘视频内容的运动属性,扩展人类视觉认知机制在视频分析领域中的应用,探寻更有效的视频事件表示方法与模型构建方法,提高视频异常事件的检测性能。此外,为了实现对视频的安全保护,以异常事件检测为基础,对视频认证和篡改恢复展开研究。该项研究不仅会对视频异常事件检测技术起到推动作用,还将为显著性检测算法提供借鉴,因此具有重要的理论意义和实用价值。

本书适合于从事计算机视觉领域研究工作的科研工作者及相关专业的高校学生等。

图书在版编目(CIP)数据

视频中的异常事件检测/石艳娇,齐妙,李晓惠著. —北京:科学出版社,2019.3

ISBN 978-7-03-060160-5

I. ①视… II. ①石…②齐…③李… III. ①视频系统-监视控制-研究 IV. ①TN948.65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 291007 号

责任编辑:张艳芬 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:吴兆东 / 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>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 3 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2019 年 3 月第一次印刷 印张:8 3/4

字数:165 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

近年来,随着计算机与互联网技术的飞速发展和社会各领域对安全需求的不断增长,智能视频分析技术得到了蓬勃发展。一方面,智能视频分析综合运用人工智能、机器学习及计算机等多学科理论与方法,对视频内容进行分析、理解,能够实现对异常事件的自动检测及预警,是目前大数据智能分析领域重要的研究方向之一,具有重要的理论意义和广泛的应用前景;另一方面,视频数据飞速增长,由此带来的对视频数据的安全保护问题也成为当前研究的热点。

本书针对智能视频分析中的异常事件检测及其在视频安全认证领域的关键问题展开深入研究,旨在提高智能视频分析系统的效率和智能化水平。在对已有异常事件检测算法进行分析和总结的基础上,深入挖掘视频内容的运动属性,扩展人类视觉认知机制在视频分析领域中的应用,探寻更有效的视频事件表示方法与模型构建方法,提高视频异常事件的检测性能。本书提出三种异常事件检测算法,并提出两种显著性检测算法以辅助提高异常事件检测算法的性能。同时,本书在研究异常事件检测应用时,提出一种基于异常区域的视频安全认证与自恢复方法。利用大量的实验结果验证本书所提出算法的有效性和可行性。

本书的第1~4章、第7章由石艳娇撰写,第5章由李晓惠撰写,第6章由齐妙撰写。全书由石艳娇统稿。特别感谢上海应用技术大学计算机科学与信息工程学院及东北师范大学模式分析与机器智能科研组在本书撰写过程中给予的大力支持。

本书的主要内容源于以下项目成果:国家自然科学基金青年基金项目(61806126,61702092),国家自然科学基金面上项目(61672150),吉林省科技厅重点科技攻关项目(20170204018GX),吉林省科技厅重点科技研发项目(20180201089GX),吉林省科技厅青年科研基金项目(20180520215JH)。

限于作者水平,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

石艳娇

2018年11月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 异常检测的应用领域	3
1.3 视频异常事件检测中的关键问题	4
1.4 视频异常事件检测的研究现状	5
1.5 本书主要研究内容和结构安排	7
1.5.1 本书主要研究内容	7
1.5.2 结构安排	10
参考文献	10
第 2 章 视频异常事件检测相关方法介绍	14
2.1 视频事件描述的相关方法介绍	15
2.1.1 目标级描述方法	15
2.1.2 像素级描述方法	16
2.2 异常事件检测方法介绍	19
2.2.1 基于概率的异常事件检测方法	20
2.2.2 基于距离的异常事件检测方法	21
2.2.3 基于重构的异常事件检测方法	22
2.2.4 基于域的异常事件检测方法	23
2.3 本章小结	24
参考文献	24
第 3 章 基于高阶运动特征的视频异常事件检测	29
3.1 引言	29
3.2 一阶运动特征提取	30
3.3 高阶运动特征提取	31
3.4 局部与全局异常事件检测	33
3.4.1 评价指标	33
3.4.2 局部异常事件检测实验结果与分析	34
3.4.3 全局异常事件检测实验结果与分析	43
3.4.4 基于视频内容的特征融合方法	47

3.5 本章小结	49
参考文献	49
第4章 基于显著性的视频异常事件检测	51
4.1 引言	51
4.2 显著性检测简介	51
4.2.1 显著性检测的研究意义	51
4.2.2 显著性检测的研究现状	52
4.3 空域显著性检测	54
4.3.1 基于 ERC-SLPP 的空域显著性检测	54
4.3.2 基于 IMMR 的空域显著性检测	61
4.3.3 空域显著性检测实验结果与分析	67
4.4 显著性在异常事件检测中的应用	78
4.4.1 空时显著度图构建	79
4.4.2 区域级模型的构建	80
4.4.3 视频异常事件检测实验结果与分析	83
4.5 本章小结	89
参考文献	89
第5章 基于约束稀疏表示的视频异常事件检测	94
5.1 引言	94
5.2 基于重构的异常检测算法分析	94
5.3 运动特征提取	97
5.4 约束稀疏表示在异常事件检测中的应用	98
5.4.1 模型构建	98
5.4.2 目标函数求解	100
5.4.3 收敛性分析	102
5.4.4 异常事件检测	102
5.4.5 实验结果与分析	103
5.5 本章小结	108
参考文献	108
第6章 基于异常检测的视频认证与自恢复	110
6.1 引言	110
6.2 基于异常事件检测的视频认证	112
6.2.1 双重水印嵌入	112
6.2.2 篡改定位与自恢复	116
6.3 视频认证实验结果与分析	119

6.3.1 视觉质量评估	119
6.3.2 无篡改情况下的恢复实验	121
6.3.3 空域篡改实验	122
6.3.4 时域篡改实验	124
6.3.5 空时域篡改实验	125
6.4 本章小结	126
参考文献	126
第7章 总结与展望	129
7.1 本书工作总结	129
7.2 未来研究展望	131

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景及意义

自数字地球概念提出以来,数字城市、数字社区、数字校园等概念大量涌现。随着计算机技术的迅猛发展,数字化向智能化的转变已经是发展的必然趋势。作为智慧城市、智慧校园等采集数据的重要手段之一,视频监控系统无疑起着至关重要的作用,具有无法取代的地位^[1]。随着信息高速公路和计算机技术的高速发展,视频监控系统已经深入交通、城管、人防、卫生、环保、教育等各个领域,遍布人们日常生活的方方面面^[2-5]。在交通路段、机场、银行、商场、学校、居民区等公共场所,随处安装有摄像头。这一只只“天眼”无时无刻不在监控着人们的生活环境,保障着社会治安和人民群众的生命财产安全^[6,7]。

目前人类主体使用闭路电视(closed-circuit television, CCTV)摄像机来捕获和监控场景的现象已经十分普遍。一旦发现监控场景中出现异常情况,会人工发出警报,然而问题也随之而来。首先,面对不计其数的监控摄像头,短时间内即可产生大量的视频数据。一个十分重要却具有挑战性的问题就是如何从这些海量视频数据中获取有价值、有意义的信息。面对如此海量的视频数据,所需的人力及物力可想而知。尽管目前视频捕捉设备的价格越来越便宜,但监视和分析这些视频数据所需的人力却是十分昂贵的。其次,在大多数情况下,监控场景中出现的都是正常情况,CCTV 操作者长时间观看千篇一律、枯燥的视频内容自然会感到厌倦,难免出现注意力分散、专注度下降的情况,从而造成错漏一些关键性信息的问题。这便有可能导致在突发状况下不能第一时间发出警报,错过处理突发事件的最佳时机,造成人民群众的生命和财产损失。此外,在很多实际情况中,并没有安排专人来实时监控这些摄像数据。很多监控系统只是将所拍摄的数据作为事后的取证和调查材料来使用。在大多数情况下,监控摄像头输出的视频数据将存储在磁带或磁盘中,一旦发生如抢劫商户和偷盗汽车等犯罪行为,调查人员将在事发之后去观察这些视频数据,以了解当时到底发生了什么,然而为时已晚,监控系统已经失去了实时报警的作用和意义。因此,对视频监控数据进行 24 小时不间断分析与监测,对正在发生的异常事件,如犯罪行为和人群恐慌等进行自动检测与预警,将是十分有意义和必要的。智能视频监控技术就是为了让计算机像人的大脑,让摄像头像人的眼睛,由计算机智能地分析从摄像头中获取的图像序列,对被监控场景中

的内容进行理解,实现对异常行为的自动预警和报警^[8,9]。

近年来,越来越多的国内外学者与机构关注于智能监控系统的研究与开发^[10,11]。卡内基梅隆大学(Carnegie Mellon University)的机器人技术研究所与萨诺夫(Sarnoff)公司携手,历时三年(1997~1999 年),研发了一种自动的视频监控(video surveillance and monitoring, VSAM)系统^[12]。该系统能够自动检测与跟踪运动目标,并通过形状、颜色等分析将运动目标划分为不同的语义类别,如个人、人群、汽车和卡车等。此外,该系统也可实现对人类行为的进一步分类,如走、跑等。VSAM 系统不但能进行一般性的军事安全监控,如军事基地、军械弹药库和边海防线的监控,而且能够进行局部战争战场的实时监控,如敌方军力部署及调动情况等。Huang 等开发了一种 Vs-star 监控系统^[13],能够对监控视频中的行人和车辆的行为进行自动解释。自动解释涉及目标检测、目标分类与识别、目标跟踪和目标的行为分析,从而对视频中的异常行为进行检测。该系统曾在 2008 年北京奥林匹克运动会期间应用于奥林匹克公园的指挥中心。图 1.1 是 Vs-star 监控系统界面^[13]。

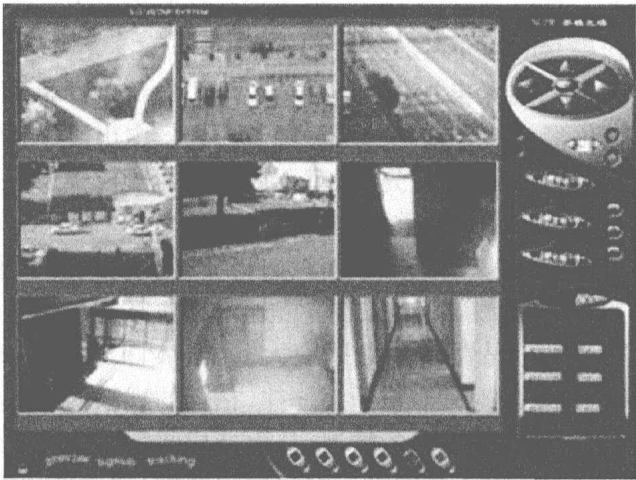


图 1.1 Vs-star 监控系统界面

通常,智能监控系统的最终目标是检测感兴趣事件。感兴趣事件也可定义为可疑事件、不规则事件和异常事件。在本书中认为它们是等价的,统称为异常事件。在检测到异常事件后,智能监控系统通常可通过两种方式发出警报:一种是发出事先录制好的声音警报,另一种是自动与公安部门取得联系,这样既可使人们在第一时间感知危险或犯罪,也可使公安部门获取破获案件的最有利信息。因此,如何快速、有效地识别出监控视频流中的异常事件是智能监控系统的关键问题。

近年来,基于视频的异常事件检测已经逐渐成为计算机视觉领域的研究热点,并且吸引了众多国内外研究学者的关注。国际上的一些权威期刊如 *IJCV*(*Inter-*

national Journal of Computer Vision)、PAMI(*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*)和重要学术会议如 ICCV(*International Conference on Computer Vision*)、CVPR(*IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*)、ECCV(*European Conference on Computer Vision*)等近年来都刊出了大量关于视频异常事件检测方面的文献,为该领域的研究人员提供了更多的交流机会。有效的异常事件检测方法能够正确地检测出视频中的不正常事件,提高监控系统的智能化水平,节省大量人力和物力资源,并且在检测出异常事件后及时发出警报,最大可能地降低突发事件带来的生命财产损失,对维护社会治安与人民群众的生命财产安全起着至关重要的作用。因此,对于视频异常事件检测算法的研究具有十分重要的理论意义和广泛的应用价值。

1.2 异常检测的应用领域

早在1980年,Hawkins^[14]就给出了异常的直观定义:异常是远偏离其他观测数据而被怀疑为由另一种不同机制所生成的观测数据。异常检测就是在观测数据中找出这些偏离正常数据的离群点,近年来已广泛应用于各个领域。

在安全领域,基于异常的入侵检测系统可以有效地防范针对计算机系统的网络攻击,广泛应用于大规模的信息技术基础设施。其主要通过建立统计模型来对正常的网络环境进行描述,从而识别出任何偏离正常模型的异常行为^[15-17]。对于智能用电系统,异常检测可以提高电网的服务水平,有效地节约人力资源,降低运营成本,使电网能比较经济地运行^[18]。赵文清等^[19]利用异常检测算法实现了检测智能电网中电力用户的异常用电行为。余立苹等^[20]对无线传感器网络采集的电梯真实数据流进行检测,实现了电梯故障检测。此外,在医学领域中,异常检测算法也具有广泛的应用^[21,22]。在移动机器人领域,可通过异常检测算法实现自动视觉检测任务^[23]。首先学习其操作环境中的正常模型,然后利用该正常模型突出那些可能出现的异常视觉特征。这能够使机器人将更多的计算资源和“注意力”分配给特异性、不寻常的视觉特征,从而提高处理速度,达到实时性要求。

近年来,随着全球对安保行业的关注日益增加,对公共场所如机场、地铁站、商场、人群密集的运动场和军事设施等进行有效监控,以及如日常活动监控器和跌倒检测仪等一些为老年人开发的智能医疗保健设备的使用,异常检测在智能视觉监控领域中的应用获得越来越多的关注。通常,其目的是检测、识别和学习监控视频中可疑事件、不寻常事件或异常事件。因此,本书主要关注基于视频异常事件检测算法的研究,旨在提出更加有效的、针对监控视频的异常事件检测算法,提高视频监控系统的智能化水平,在节省人力、物力的同时,为社会的生命财产

1.3 视频异常事件检测中的关键问题

视频是一种承载了声音和图像信息的多媒体数据类型,它所包含的信息量远大于静态图像和文本。相比于其他多媒体数据类型,视频数据一般具有以下特点。

(1) 较高的信息容量。该种类型的媒体数据能够更详尽地描述视频内容的细节信息。例如,对于一段描述足球比赛的视频,可以从中获取比赛场地、双方球队的比赛阵容、比分及现场观众的情绪等一系列细节信息。而图像或文本描述往往无法做到将每一处细节信息都表述得面面俱到。

(2) 空时连续性。视频内容不仅具有二维图像的空间连续性,通常也具有时间上的连续性。为了保证画面的连续性,视频数据通常具有较高的帧率[(美国)国家电视标准委员会(National Television Standards Committee, NTSC)和逐行倒相(phase alteration line, PAL)制式下分别为 30 帧/s 和 24 帧/s],这就使得在两帧的时间间隔内(NTSC 制式下为 $1/30\text{s}$ 、PAL 制式下为 $1/24\text{s}$),视频对象的内容变化范围不会很大。因此,使得视频数据具有很强的时间连续性。

(3) 解释的多样性及模糊性。不同于文本型数据有客观、确定性的描述和解释,对视频数据的理解往往会掺杂个人的主观因素及先验知识,因此视频数据会具有多样性和模糊性特点。例如,对于一段人群奔跑的视频,有的人会认为这是在进行赛跑比赛,而有的人则首先认为是由于发生了恐怖事件而造成的人群逃跑。

相对于视频数据的上述特点,基于视频的异常事件检测也存在着诸多难点。

第一,视频所携带的信息量极其丰富,在从中获取十分详尽的细节信息的同时,也面临着视频数据的高维度和高处理复杂度的问题。因此,如何快速有效地处理如此庞大的数据是基于视频的异常检测算法首先要解决的问题。

第二,视频帧内具有很强的空间连续性,视频帧间具有很强的时间连续性,因此带来了大量的信息冗余,这也是导致视频数据如此庞大的重要原因之一。这些冗余信息不仅给数据处理带来了严峻的挑战,在某些情况下也会降低检测的准确度。如何最大限度地去除视频中的冗余信息并保持视频的本质信息将是一个十分关键却具有挑战性的任务。

第三,对人类来说,视频数据尚存在解释的多样性和模糊性问题,而作为模拟人的智能系统,如何对视频内容进行精确提取和描述也是一个难度大且不可逾越的难题,这一步描述的好坏将直接影响下一步的检测与识别任务。不同于一维的文本数据和二维的图像数据,在对三维的视频数据进行描述时,如何充分利用其空时连续性以及如何提取其本质信息而忽略不重要信息也是必须要考虑的问题。

第四,在基于视频的异常检测中,异常事件往往是很少发生的事件,也就是说,想要获取足够的负样本数据是十分困难的。因此,只能通过对正样本进行分析与

建模,通过对比测试样本与模型的匹配程度,来确定其是正常事件还是异常事件。此外,正常事件往往不是单一的,通常具有多样性,如何对这些具有多样性的正常事件进行建模也是基于视频的异常事件检测算法将要解决的难题。

第五,正常事件与异常事件的定义往往会随外界环境的不同而不同。例如,在某一场景下,相对于正常的行走,奔跑定义为异常事件。而在发生雨、雪等恶劣天气环境下,奔跑则应定义为正常事件。因此,具有在线更新机制的异常检测算法更符合现实场景。

综上所述,视频异常事件检测算法有十分重要的实际意义,同时也有较大的研究难度。

1.4 视频异常事件检测的研究现状

视频异常事件检测算法通常包含两部分,即事件描述和模型构建,如图 1.2 所示。事件描述通常提取能够有效表示视频中目标运动行为或描述场景特性的特征,用于在下一步中构建模型。特征是否具有高度描述性和判别性,将是能否对正常事件成功建模的直接影响因素。而一种合适的建模方法也是成功检测异常事件的关键之处。通常情况下,由于异常样本很难获取,可用的训练样本多为正常样本,这就会出现严重的类不平衡问题,甚至在大多数情况下,只有正常事件的训练样本可用。因此,基于视频的异常事件检测问题实质上为一分类问题,即找出区别于正常事件的那一类,也就是异常事件。

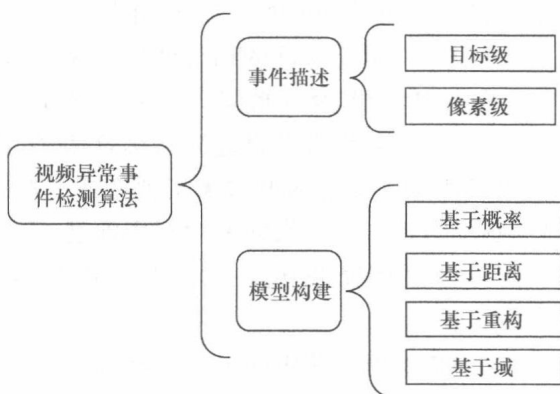


图 1.2 视频异常事件检测算法概括

鉴于事件描述在整个视频异常事件检测算法中的重要性,已经有众多学者关注如何提取具有高度描述性和判别性的特征。目前事件描述方法主要分两类:目标级的描述方法和像素级的描述方法。

目标级的事件描述方法首先通过帧间差分、背景去除等方法检测行人或运动目标,然后通过跟踪算法获取它们的运动轨迹、身体轮廓、位置和运动速度等信息。通过学习正常运动目标的轨迹、尺寸、形状和运动等模式建立一个正常模型,那些偏离正常模型的测试样本被判定为异常^[24,25]。目标级的事件描述方法能够提取目标级特征,对行为具有语义解释且具有直观意义。然而,这种基于目标的方法也存在一些局限性。首先,其对背景去除方法具有过分的敏感性,并且容易受阴影、遮挡等情况的影响。前景目标的漏检或误检将直接影响跟踪效果,继而导致对异常事件的误判。其次,视频异常事件检测算法的好坏过分依赖跟踪算法。尽管目前有很多比较成熟的跟踪算法^[26-30],但它们通常只适用于一些简单场景。对于复杂的人群场景,常常存在大量的个体目标,并且个体目标之间存在频繁的相互遮挡现象,这往往会使跟踪算法失效。而跟踪算法的失效,即使仅出现在几帧中,也会导致目标轨迹等特征的严重错误描述,从而导致视频异常事件检测算法的失败。以上原因导致了目标级事件描述方法通常适用于只有少数目标的简单场景,具有一定的应用局限性。

为了克服目标级描述方法的上述问题,像素级的事件描述方法应运而生。在这些方法中,通常提取一些底层的局部特征,如从局部的二维图像区域、三维的视频段或局部的立方体中提取运动、纹理等特征。这些特征不依赖目标检测和跟踪算法,可适用于复杂的拥挤场景,一般也适用于非拥挤场景。视频事件一般可通过空时体内的底层信息如运动大小、运动方向和外观定义,并通过底层特征描述符进行刻画。常用的特征描述包括基于光流的特征^[31-39],如典型光流特征、社会力模型和光流纹理,以及光流的一些统计特征如光流直方图、多尺度光流直方图和协方差矩阵编码光流等。空间纹理与运动特征的结合使用也是较常使用的一种特征,如边缘直方图^[40]、三维空时梯度^[41]及在此基础上的一些改进特征^[42-44]。文献^[45]将目标级事件描述方法和像素级事件描述方法结合使用,达到了较好的检测效果。近年来,也有学者利用深度学习的方法来实现特征提取^[46-49]。这类方法不再使用上述手工设计特征,而是从原始像素值中利用深度学习算法来学习特征。这类方法虽然取得了较好的检测效果,但缺少直观的语义,且需要较大的时间代价。

模型构建是视频异常事件检测算法中的另一重要部分。通常情况下正常样本是容易获取的,异常样本则很少甚至是缺失的,因此异常事件检测问题一般属于二分类问题。从所采用的模型角度出发,异常事件检测算法可大致分为基于概率的方法、基于距离的方法、基于重构的方法和基于域的方法。基于概率的方法通常要对正常样本进行概率密度估计,然后检验测试样本是否来自同一分布。数据的概率分布估计技术通常分为两类:参数方法和非参数方法。参数方法事先假设样本符合某种分布,利用训练数据对该分布中的参数进行估计,以确定模型。因此,当

数据并不符合所假设的分布时,就会导致较大的偏差。非参数方法则无须对数据属于何种分布作出假设,因此可构建出较灵活的模型。该模型会不断扩大规模以适应数据的复杂性,但这需要大量的样本来拟合出更可靠的模型。基于距离的方法所做的假设为正常数据紧密聚集,而异常数据往往远离其最近邻,主要包括在分类问题中广泛应用的最近邻方法和聚类方法。最近邻方法中,假设正常数据点在正常样本集合中具有较近的邻居,而异常数据点则远离这些作为训练样本的正常数据点,若一个数据点远离其邻域,则认为该数据点是一个局外点。聚类方法中,会将距离近的样本聚集在一起并创建一些簇,利用正常样本训练好一个统计模型后,数据集中没有位于主簇中的对象就认为是异常样本,即异常事件。基于重构的方法利用训练样本集合训练一个回归模型,当利用该训练好的模型对异常数据投影时,回归目标和真实观察值之间的重构误差就代表了异常得分。这类方法比较灵活,不需要对数据进行先验假设,并且能够处理特征的不确定性和噪声问题。这类方法的缺点是不能够显式地确定哪些特征对分类起到了关键性作用,并且在计算上往往需要较高的时间代价。基于域的异常检测方法通常试图利用训练数据的结构信息定义一个包围正常样本的边界,以此来描述正常样本的域。这类方法只利用训练样本中离异常边界最近的那些数据点来确定这个异常边界,而不依赖训练集中样本分布的属性。

1.5 本书主要研究内容和结构安排

1.5.1 本书主要研究内容

本书针对智能视频监控中的异常检测及其在信息安全中的应用问题展开深入研究。通过深入挖掘视频中的运动属性,寻找更有效的视频事件表示方法,以提高视频异常事件检测算法的性能。为了实现对视频内容的安全性保护,本书在异常检测的基础上对视频认证和篡改恢复进行研究。本书主要研究内容总结如下。

第一,提出一种基于高阶运动特征的视频异常事件检测算法,充分全面地刻画视频中的运动内容。视频中的事件多由运动构成,而基于跟踪的运动描述存在诸多问题,因此本书提出一种基于底层特征的运动描述方法。观察到视频中的异常多表现在运动上,如突然加快运动速率或突然改变运动方向,都是异常的表现。而传统的描述运动快慢及运动方向的一阶运动特征并不能够刻画运动的变化率,因此本书提出使用刻画运动变化的高阶运动特征对运动进行描述。为了克服跟踪算法的局限性,该方法借助相邻两帧光流场实现运动目标的短时跟踪,进而获得一阶和高阶运动特征。该方法能够处理复杂场景,不受目标粘连及人群拥挤的影响,在局部和全局异常检测上都达到了比较理想的检测效果。

第二,提出一种基于显著性的异常事件检测算法,通过过滤视频中的冗余和不重要信息,在减少计算时间的同时,提高异常检测性能。视频数据具有较强的空间和时间连续性,因此带来了大量的冗余信息。这些冗余信息在增加处理负担的同时也会给检测性能带来影响。本书通过模拟人类的视觉注意机制,检测视频中的空时显著区域,去除视频中的无关信息,大大减少异常检测过程中待处理的视频内容。冗余内容的去除使得利用少数模型来构建整个场景的正常事件模型成为可能。因此,通过根据视频内容的区域划分技术,用区域级模型代替原来的块级模型,不仅大大缩短模型构建所需时间,并且解决在构建块级模型时的样本不充分问题,提高检测性能。在空时显著度图的构建中,提出以下两种空间显著度图的构建方法。

(1) 提出一种基于扩展区域对比度和有监督局部保持投影(extended region contrast and supervised locality preserving projection, ERC-SLPP)的空域显著性检测方法。该方法分别构建基于扩展区域对比度和基于学习的两个显著度图,并将两者融合构成最终的显著度图。在扩展区域对比度显著度图构建过程中,充分利用“图像的边界多为背景”的先验,引入图像边界扩展预处理操作。该操作能够增加显著区域与图像中其他区域的对比度,进而达到突出显著目标、抑制背景的目的。图像边界扩展可作为图像预处理操作,应用于所有基于全局对比度的显著性检测方法中,以提高它们的性能。在基于机器学习的显著度图构建过程中,利用有监督局部保持投影(superised locality preserving projection, SLPP)算法对提取的高维底层视觉特征进行维数约简,并利用支持向量机(support vector machine, SVM)对约简后的样本进行类别预测,将该预测得分视为该区域的显著度值。最后将两种方法得到的显著度图进行融合,以达到相互补充的目的。大量实验结果表明,ERC-SLPP 方法在图像显著性检测中具有良好性能。

(2) 提出一种基于改进多流形排序(improved multi-manifold ranking, IMM-R)的空域显著性检测方法。不同于大多数基于显著区域与其他区域对比度的方法,该方法从图像中的非显著区域出发,将显著性检测看成一个多流形排序(multi-manifold rank, MMR)问题。根据边界先验,将边界处的图像单元当做种子点,利用多视角特征构建相似度矩阵,为图像中的其他图像区域进行排序打分。在此考虑了粗尺度颜色特征、细尺度颜色特征和方向特征,从不同的角度对图像内容进行刻画。不同于以往的特征融合方法,本书利用 IMM-R 方法,充分考虑各特征之间的相互关系,在显著度推导过程中实现特征融合,即各特征的融合权重是在优化求解过程中根据图像内容自适应确定的。通过在多个数据库中的大量实验对比,证明该方法在图像显著性检测领域优于现有方法。

大量实验结果表明,本书提出的基于 ERC-SLPP 和 IMM-R 的异常检测算法具有较好的性能。

第三,提出一种基于约束稀疏表示(constrained sparse representation, CSR)的异常事件检测算法。相对于稀疏重构代价(sparse reconstruction cost, SRC)算法的无字典学习, K-奇异值分解(K-singular value decomposition, K-SVD)算法在字典学习方面有了很大的提高,但是在它们的检测任务中,并没有考虑相邻两个视频帧间的相互关联,为了更好地保留高维空间中样本数据的局部结构信息,本书提出基于CSR的异常检测算法。利用经典数据库中的实验结果验证该算法在异常事件检测中的有效性。

第四,提出一种基于异常区域的视频认证与自恢复方法,通过双重水印的嵌入,在实现对视频数据的空域、时域和空时域篡改认证的同时,实现对空域篡改的分层重构。对于无篡改情况,该方法可作为一种半无损水印方案,对视频中的异常区域进行无损恢复,以使其在敏感应用领域仍具有应用价值。之所以对异常区域进行无损恢复而其他区域只恢复其主要内容,是因为算法成功恢复的概率与待保护的信息量呈反比例关系。考虑到图像中的异常区域是人们更关注的部分,因此对该区域内的内容进行重点保护,而非感兴趣区域只需保护其主要内容,以此来降低待保护的信息容量,增强算法的恢复能力。为了保证嵌入前后提取的异常区域一致,本书还提出合成帧思想,在发送端与接收端,使用由该帧的主要内容构成的合成帧而不是原始视频帧来进行异常区域定位。这会避免水印嵌入前后检测的异常区域不一致的问题,实现盲提取与盲恢复。实验结果表明,本书提出的方法能够准确定位空域和时域篡改,对一定范围内的空域篡改具有重建能力,且能够对异常区域实现无损恢复。

本书主要研究内容框架如图1.3所示。

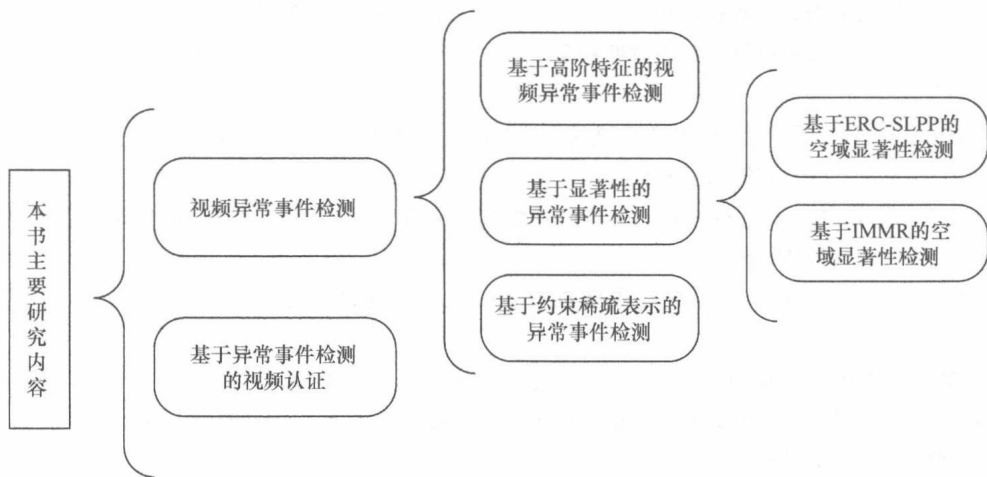


图1.3 本书主要研究内容框架

1.5.2 结构安排

本书结构安排如下。

第1章主要介绍视频中异常事件检测的研究背景及意义。在分析异常检测的应用领域后,首先介绍视频异常事件检测的难点,然后详细介绍视频异常事件检测的研究现状,最后介绍本书的主要研究内容和创新点,并概括本书的结构安排。

第2章从视频异常事件表示和模型构建两方面详细介绍经典的方法和技术。

第3章提出一种融合高阶运动特征的视频异常事件检测算法。通过利用光流实现的短时跟踪,对运动速度和速度的变化情况进行描述,克服基于目标的运动描述方法在处理拥挤场景时的不足,并利用大量的实验结果证明该方法的有效性。

第4章首先描述两种用于构建空间显著度图的方法,然后分别利用这两种方法构建空时显著度图,并基于显著区域进行异常检测,最后通过大量的实验分析证明基于显著度的视频异常事件检测算法的有效性。

第5章提出一种基于约束稀疏表示的异常事件检测算法,在稀疏编码的基础上引入基于结构信息的约束策略,以保持数据的局部性质及相邻帧间的关联性。

第6章在异常检测基础上提出一种基于异常检测的视频认证与自恢复方法。该方法能够对异常区域进行无损恢复,并能够对被篡改的区域实现内容恢复。

第7章对本书的研究内容及取得的科研成果进行总结,并针对未来的研究工作提出设想。

参考文献

- [1] 高旭麟. 智能视频监控技术在智慧城市中的深入应用[J]. 中国安防, 2018, (7): 62-65.
- [2] 黄岩. 基于计算机软硬件的视频监控系统设计与研究[J]. 计算机技术与发展, 2018, 28(5): 1-7.
- [3] 杨超宇, 李策, 梁胤程, 等. 基于改进粒子滤波的煤矿视频监控模糊目标检测[J]. 吉林大学学报(工学版), 2017, 47(6): 1976-1985.
- [4] 高玉, 张伟. 基于云存储技术的高速铁路综合视频监控系统研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2017, (11): 187-190.
- [5] 任立平. 智能视频监控系统在民航机场中的应用研究进展[J]. 自动化应用, 2018, (7): 137-139.
- [6] 欧元军. 公共安全视频监控立法问题研究[J]. 科技与法律, 2018, (2): 44-49.
- [7] 段滢. 视频监控技术在公共安全中的应用[J]. 决策探索(中), 2018, (6): 82-83.
- [8] 黄凯奇, 陈晓棠, 康运锋, 等. 智能视频监控技术综述[J]. 计算机学报, 2014, 37(49): 1-27.
- [9] 金慧. 以计算机技术为载体的智能视频监控系统技术[J]. 电子技术与软件工程, 2018, (12): 146-147.
- [10] 乔宗婷. 某机场卫星厅视频监控系统介绍[J]. 智能建筑与智慧城市, 2018, (6): 57-60.