



高新科技译丛

 Springer

**Video Surveillance for Sensor Platforms:
Algorithms and Architectures**

**传感器平台的视频监控
——算法与结构**

[美] Mayssaa Al Najjar

[黎巴嫩] Milad Ghantous 著

[美] Magdy Bayoumi

谢晓竹 王维锋 傅博凡 译



国防工业出版社
National Defense Industry Press



装备科技译著出版基金

传感器平台的视频监控 ——算法与结构

Video Surveillance for Sensor Platforms:
Algorithms and Architectures

[美] Mayssaa Al Najjar

[黎巴嫩] Milad Ghantous

[美] Magdy Bayoumi

著

谢晓竹 王维锋 傅博凡 译

C02342878

国防工业出版社

· 北京 ·

著作权合同登记 图字:军-2015-096号

图书在版编目(CIP)数据

传感器平台的视频监控——算法与结构 / (美) 玛莎·艾丽·娜迦 (Mayssaa Al Najjar), (黎巴嫩) 米尔德·高翰斯 (Milad Gbantous), (美) 马蒂·巴有米 (Magdy Bayoumi) 著; 谢晓竹, 王维锋, 傅博凡译. —北京: 国防工业出版社, 2018. 6

书名原文: Video Surveillance for Sensor Platforms: Algorithms and Architectures

ISBN 978-7-118-11380-8

I. ①传… II. ①玛… ②米… ③马… ④谢… ⑤王… ⑥傅… III. ①视频系统-监控系统 IV. ①TN948.65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 284355 号

Translation from English language edition:

Video Surveillance for Sensor Platforms

by Mayssaa Al Najjar, Milad Gbantous and Magdy Bayoumi

Copyright © 2014 Springer New York

Springer New York is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

※

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)

天津嘉恒印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 11¼ 字数 220 千字

2018 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 88.00 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

本书献给

我珍爱的家人, Mayssaa Al Najjar

我深爱的家人, Milad Gbantous

我亲爱的学生, Magdy Bayoumi

前 言

监控系统是能够监视相关环境、探测潜在危险活动的重要技术工具。在犯罪率增加,战争、恐怖袭击和安全问题频发的世界里,视频监控系统是探测、避免并阻止这些事件发生的一种最基本的解决方法。监控系统已广泛用于军事、国土安全、公共与商业安全、法律建设、环境研究、建筑保护、智能屋宇以及家庭人身安全等众多领域。典型的监视系统是由独立分布的多个摄像头组成,能够连续监视某个场景并能将采集的数据传送至控制中心,以供进一步的目标活动分析和可视化。为了获得可靠的监视效果,目前所采用的监视系统依赖分布于网络层的鲁棒图像处理算法。基本图像处理的步骤为图像配准、图像融合、目标检测、目标跟踪、目标分类、目标活动分析。

随着图像技术、集成电路制造技术和无线技术的发展,可以利用微型视觉传感器节点共同监视相关区域。这些传感器平台具有低复杂性、高可移动性和耗电量低的特点。它们能够采集、处理图像,并且能智能地传送适量数据至控制中心以便进一步处理。目前,核心部件、图像配准、图像融合、目标检测算法、目标跟踪算法均在摄像头终端执行,而目标活动分析在控制中心完成。在该情况下,对图像配准、图像融合、目标检测、目标跟踪4个步骤的精度需求更高,因此传送到控制中心的信息必须精确且充分,以供进一步决策。目前应用各种资源约束传感器平台的分布式处理仍然是一个亟待解决的挑战。这些节点的有限内存、处理能力、电源问题导致运行算法的复杂性和内存需求受限。目标算法除了提供鲁棒性、精确性、实时性的结果,还必须满足能适应这些节点的低内存需求。一方面,需要继续研究提高图像配准、图像融合、目标检测和目标跟踪算法效率的方法,使监控具有一定的全自动化和可靠性。另一方面,也是更重要的,就是应该充分利用嵌入式平台的特点开发智能且简单的监控算法。

本书的显著之处在于研究了一种基于视觉节点的资源感知监控的新模式。现有经典的监控系统书籍均从标准系统的视角阐述基本图像处理步骤,并将重点放在研究新算法、提高现有算法的精度或者速度上。随着多传感器监控系统的出现,提出了多视觉平台,但仅执行基本的图像处理算法,因此尚缺乏分布式监控平台的资源受约束系统的相关算法。本书从一个全新视角阐述这些图像处理步骤,研究了视觉传感器节点的不同类型、图像处理算法和结构,这意味着从针对大型计算机开发的算法转向了针对约束视频预处理器(低复杂性、低内存

需求、低供电)的算法。

本书全面研究了嵌入式监控系统中不同局部图像处理的方法。本书从资源受限的应用视角出发,研究了主要的图像处理方法以及硬件选型、仿真、实验结果等。本书的特色之处如下。

(1) 监控系统和视觉传感器网络综述:本书研究了综合设计的基础、平台、应用和研究趋势,并给出了实际问题、现实生活场景中面临的挑战以及解决思路和建议。对该课题感兴趣的读者和本领域的研究人员将会从中获益、借此深层次了解该课题、技术的状态以及未来的研究方向。

(2) 资源感知图像处理的新实用算法:开发了一套简便、高效的图像分解、图像配准、图像融合、目标检测、目标跟踪算法。所提可视节点的算法可替代适用于大型计算的现有传统技术。

(3) 优化的硬件辅助结构:开发了与上述所提优化算法相关且适用于关键部件的高效存储和高速运行的硬件结构。硬件辅助结构有助于减轻节点处理器的负担,达到高速和实时性运行。

(4) 仿真和实验结果:利用实际数据序列评估了所开发的算法和硬件结构。定量和定性结果表明该工作优于传统的大型方案。

随着视频监控系统受到学术机构、工业、政府等越来越多的关注,本书对业界专家、研究人员、研究生和教授等众多读者将会大有裨益。本书为监控系统的各种理论概念、可视传感器节点以及考虑可视化传感器节点的实际限制的局部可视化在板处理提供了全面参考。本书向读者介绍了一种图像处理的新算法,以及适用于移动平台中低电量、低内存的视觉传感器节点的硬件结构。此外,本书提供了展示所开发算法和硬件结构效果的实际实现、仿真和实验。

Mayssaa Al Najjar

Milad Gbantous

Magdy Bayoumi

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 监控系统介绍	1
1.2 监控系统的应用	1
1.3 监控系统的发展	2
1.4 图像处理任务	5
1.5 写作目的	6
1.6 主要成果	8
1.7 本书的结构	10
参考文献	11
第 2 章 视觉传感器节点	14
2.1 引言	14
2.2 视觉传感器节点结构	15
2.3 VSN 的挑战	17
2.3.1 视觉数据处理	18
2.3.2 传感器管理	20
2.3.3 通信协议	20
2.4 常用 VSN 平台	21
2.4.1 Cyclops	22
2.4.2 MeshEye	22
2.4.3 XYZ - Aloha	22
2.4.4 Vision Mote	23
2.4.5 MicrelEye	23
2.4.6 FireFly Mosaic	23
2.4.7 CITRIC	24
2.4.8 WiCa	24
2.4.9 Panoptes	24
2.4.10 Meerkats	25

2.4.11 VSN 平台评价	25
参考文献	26
第3章 图像配准	30
3.1 引言	30
3.2 图像配准方法	31
3.2.1 双树复小波变换理论	32
3.2.2 多分辨率配准方案	33
3.2.3 配准方法评价	34
3.3 OESR:优化的全局搜索多分辨率配准方案	35
3.3.1 OESR 的性能评价	37
3.4 AMIR:基于梯度下降的自动多模图像配准	43
3.4.1 图像分解	43
3.4.2 初始化阶段	43
3.4.3 优化阶段	45
3.4.4 AMIR 效果评价	45
参考文献	49
第4章 图像融合	51
4.1 引言	51
4.2 图像融合的背景知识	52
4.2.1 信号级融合	52
4.2.2 特征级融合	58
4.3 常见的图像融合方法	58
4.3.1 融合方法评价	59
4.4 GRAFUSE:基于梯度的混合图像融合方案	59
4.4.1 目标提取与分类	61
4.4.2 融合规则	62
4.4.3 GRAFUSE 性能评价	64
4.4.4 客观性能评估	68
4.5 MIRF:多模图像配准与融合模块	76
4.5.1 MIRF 性能评价	78
参考文献	78
第5章 目标检测	81
5.1 引言	81

5.2	目标检测方法	82
5.2.1	背景建模	83
5.2.2	前景检测	86
5.2.3	结论	87
5.3	HS-MoG: 基于高斯选择的混合方法	88
5.3.1	检测运动区域	88
5.3.2	选择匹配和更新	90
5.3.3	前景检测	91
5.3.4	仿真结果	92
	参考文献	96
第6章	目标跟踪	99
6.1	引言	99
6.2	目标跟踪方法	100
6.2.1	滤波和数据关联	100
6.2.2	目标表示和定位	102
6.2.3	结论	104
6.3	BuM-NLV: 基于非线性表决的自底向上匹配法	105
6.3.1	运动目标检测	106
6.3.2	目标特征提取	108
6.3.3	基于互信息的目标匹配	109
6.3.4	遮挡处理	111
6.3.5	仿真结果	113
	参考文献	119
第7章	滞后阈值法	122
7.1	简介	122
7.2	滞后阈值综述	123
7.2.1	标记方法	124
7.2.2	基于队列的方法	124
7.2.3	结论	125
7.3	HT-OFE: 滞后阈值和目标特征提取的统一架构	127
7.3.1	确定像素类型	128
7.3.2	选择和更新标记	129
7.3.3	动态提取特征	131
7.3.4	处理候选像素	132

7.3.5	发送目标特征	132
7.3.6	候选像素的算法演示	133
7.3.7	基于块的 HT-OFE 架构	134
7.3.8	仿真结果	136
参考文献		143
第 8 章 关键部件的硬件架构辅助		146
8.1	简介	146
8.2	紧凑的 HT-OFE 硬件	147
8.2.1	主要数据路径	148
8.2.2	异步原型	152
8.2.3	同步设计:常规设计与流水线设计对比	155
8.3	二维离散小波变换硬件	158
8.3.1	P^2E -DWT 架构	159
8.3.2	仿真结果	163
8.3.3	实验结果	164
参考文献		165
第 9 章 结论		168

第1章 绪 论

监控系统可视为对相关环境进行监视并探测危险活动的一个重要技术工具。在安保方面,监控系统备受关注。随着图像和无线技术的发展,可利用微型视觉传感器节点集中监视相关的区域。这些节点能够采集和处理图像,并智能输送适量数据至控制中心以便进行深入的活动分析。然而,传感器平台的资源约束对视频监控提出新挑战。本章对监控系统及其应用、发展和面临的挑战进行概述。之后总结了本书的写作目的、贡献及本书其余部分的结构。

1.1 监控系统介绍

根据法语的意思,“监控”一词是指监督行动。监控是指监视在特定环境中长期和短期目标的行为。视频监控不仅试图探测、识别、跟踪在现场内的相关目标,更重要的是理解和描述目标的行为^[1,2]。这些系统主要用于探测在所处环境内的可疑活动。监控系统可扩展人类对各种相关条件的洞察、推理能力,是一种重要的辅助工具。

在过去的十年中,监控系统得到学术界、工业部门及政府等的广泛关注。特别是美国“9·11”事件之后,激增的恐怖袭击和威胁,使得人们对视频监控的关注显著提升。所有领域都急需高级别的警戒和防御措施。事实上,小到监视个人私有财产,大到监视国土边界,全球对监控活动的需求快速增长。监控系统始于军事及国土安全方面的应用。此后不久,监控系统被应用到日常生活的方方面面,包括公共区域、机场、高速公路、边境,以及农场、沿海环境、生产现场的预防性监控,甚至在家中也可用于确保人身安全。

本章概述了监控系统、应用、技术发展以及基本图像处理步骤,重点阐述了传感器平台中视频监控所面临的挑战,并指出了本书的写作目的。1.1节总结了监控系统的应用。1.2节回顾不同监控系统的发展阶段,并指出每个研究阶段所面临的挑战。1.3节阐明本书的撰写目的。1.4节总结了本书的主要成果。1.5节给出了本书的整体结构。

1.2 监控系统的应用

在犯罪率、战争、恐怖袭击和安全漏洞不断增加的时代,监控系统是探测并

有望避免上述事件发生的一种手段。视频监控及其应用几乎涵盖了人们日常生活的方方面面。部分学者按商业应用对监控系统进行分类^[3-5]。本章简要总结了监控系统的应用领域,反映出监控系统应用的广泛性。

(1) 道路执法与高速公路交通监控。包括车速监测、闯红灯、非紧急情况占用应急车道等交通违法行为的监控^[6,7]。

(2) 公共和商业安全。包括公共场所的事故监测和犯罪预防^[8,9]。监控的场所包括学校、银行、超市、影院、商场、停车场、体育馆以及机场、高速公路、地铁、海域环境等交通系统。

(3) 环境监测和研究。包含森林火灾及其污染、动物栖息地、山地海岸、植物病害、海洋环境等的监控以及历史遗迹、考古遗址和文化遗产的监视与保护^[10,11]。

(4) 军事应用。包括巡逻国界、监控难民流量、监督和约、监视基地周边的安全地带、协助战场的指挥与控制^[12,13]。

(5) 质量检测。包括监督工业自动化进程、监测生产基地的基础设施故障及非法入侵^[14]。

(6) 智能楼宇与人身安全。监测家中包括盗窃、非法侵入住宅等异常活动,并为老年或体弱者的早期预警提供医疗援助,及检测疗效等。^[15,16]

(7) 智能化的视频数据挖掘。包括监测交通流量、人群拥挤程度、运动行为,以及收集商场和游乐园的人流量等^[17]。其他领域还包括从体育活动、濒危物种统计、核能和工业设施日常维护的日志中提取统计数据。

1.3 监控系统的发展

从技术的角度来看监控系统的发展可以分为4个主要阶段,如图1.1所示。监控系统从操作员控制阶段发展到基本自动化、智能监控阶段和嵌入式智能监控阶段。每一个阶段都是建立在其上一个阶段的基础上,但在平台和算法类型上均有显著改变;监控系统的应用更加广泛,同时也面临着新挑战。

早期的监控系统也称为闭路电视(CCTV),可以追溯到30多年前^[18]。它主要是由一个或多个模拟摄像机连接到录像机(VCR)组成,就像家用的VCR一样利用盒式录像带录制视频。由于盒式录像带的时间限制,引入的时延概念允许VCR每秒录制4幅、8幅或16幅图像,即所谓的帧每秒(f/s)的含义。CCTV系统的使用和功能很简单,但其面临着扩展性、质量及维护等问题。最终数字录像机取代了VCR,同时硬盘驱动取代了录影带^[19]。采集的视频通过电话调制解调器接口传输至网络,其允许用户通过个人计算机远程监控视频。然而,可用带宽非常低,限制了监控系统的功能。之后电话调制解调器装配了以太网接口,从而增加网络带宽,其重大改进是可通过个人计算机远程控制监控系统。

除了这个必要的功能,前面所提的所有系统都是预装硬件和软件的“黑盒”

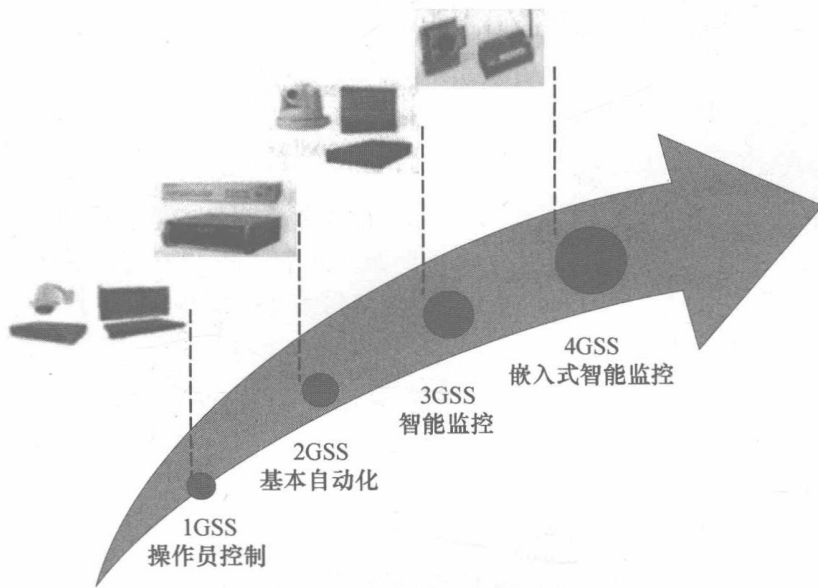


图 1.1 监控系统发展的四个阶段

解决方案。这些系统构成了第 1 代监控系统(1GSS)^[20]。第 1 代监控系统由操作员控制,实现监控场景的可视化,这一代监控系统实际上不处理任何信息。采集的视频流作为模拟信号简单地传输到远程控制中心并显示在大型监视器上。然后,操作员进行分析、编译并对观察结果进行分类。这个过程没有利用计算机视觉算法辅助操作员。显然,该系统不能提供严密、长期且稳定的监控^[21]。随着监视摄像头应用的扩展,人眼已无法保证能获取所有相关监控场所的信息。此外,大多数人紧盯监控屏幕进行评估的时间一旦超过 20min,注意力就会急剧下降^[22]。监控系统面临的其他挑战涉及模拟视频通信问题,例如对带宽的需求和分配灵活性的问题。

为了保证稳定的监控质量,第 2 代监控系统(2GSS)应运而生^[20]。第 2 代监控系统利用计算机视觉技术显示从传感器获取的信息并传递重要的输出信号。这些技术包括目标检测和跟踪以及用于辅助操作员的场景分析。其中场景分析只重点关注异常情况下的场景。第 2 代监控系统时代源于网络摄像头的引入,也称为 IP 摄像头^[23]。所采集的视频通过网络交换机传播到 IP 网络,并能在个人计算机上查看和操控。这个系统是全数字化的。由于系统不再使用会破坏图像质量的数模转换,因此大大提高了图像质量。此外,远程摄像头增加了摇摄、倾斜和变焦功能。第 2 代监控系统成功的原因是在监视功能的基础上增加了检测与跟踪的计算机视觉算法,从而使得监控系统更智能。当时的研究重点是开发协助操作员进行检测和跟踪的计算机视觉方案。然而当所有操作和处理都在控制中心执行时,会面临单点故障的问题。

随着低成本高性能计算网络、移动多媒体通信和固定多媒体通信的发展,第 3 代监控系统(3GSS)诞生了。信息的数字处理分布在各层网络。单点控制和

监控被分布式网络摄像头和传感器所取代,从而消除了单点故障。通过各种不同形式(可见光、红外、温度、声音、振动等)的传感器获取信息,然后对信息进行融合^[24]。处理过程由控制中心转移至传感器,这些传感器配备更多能在现场执行图像处理任务的智能处理器。通过在摄像头端执行一些处理,系统向控制中心传输的是知识而不仅仅是像素。监控系统还可以向操作员提供检测和跟踪出现异常情况时所获取到的信息作为反馈。此外,只有与检测目标有关的信息,才被传输到控制中心。这样将进一步减少通信带宽的需求。此后,在综合考虑计算能力和成本的情况下,为了提高图像传输和处理的鲁棒性,研究方向转向开发分布式实时视频处理技术,目的是开发更精确且实时性更强的新方法,用于目标跟踪及检测、场景分析和通信协议。特别地,设计高带宽接入网络使得监控系统能更加适用于住宅应用、公共交通及银行监控。从应用的角度来看,野外监控都是在相对复杂环境中进行的,特别是无人区、森林和山脉等环境。这具有很大挑战性,第3代监控系统(3GSS)在这方面仍有欠缺。

近年来,第4代监控系统(4GSS)转向具有高适应性的嵌入式平台和特别适合野外环境的PC平台。分布式监控可以分为两种类型:基于PC平台和基于嵌入式平台。目前多数系统都是基于PC平台的,原因是其具有丰富的资源^[25-29]。然而,基于PC平台的监控系统不适合野外环境,这是因为其依赖于PC,只有体积大、功耗大、稳定性低的缺点^[30]。随着集成电路制造的发展,使得开发低功耗视觉节点^[31-36]和提高监控能力(例如在无人危险区和紧急情况下的监控)成为可能。这些电动节点包括芯片图像传感器,如CMOS成像器^[37],其具有车载图像处理能力,可处理采集的图像并与中控站进行通信,如图1.2所示。每个单元包括一个或多个图像传感器(可见光、红外、声音、振动等)、可重构的处理模块(DSP、FPGA)、电源模块(电池、太阳能)、通信模块(WiMAX^[38]/4G、WiFi、3G、Edge/GPRS)和存储模块。每一个单元都应能利用图像传感器采集图像或视频、在需要时执行配准和融合、检测和跟踪人和目标、最后用最好的无线网络传输数据(数据可为目标特性和/或位置而非原始图像)。识别威胁的高级分析在控制中心进行。在某些情况下,中心操作员可以反馈一些信号到节点,要求重点关注某些区域。这种双向通信增加了监控系统的灵活性和智能性。此外,因为此监控系统靠电池供电,并且无需依赖PC,因此,这些节点较容易最小化、广泛配置且高度稳定^[30]。由于不同形式传感器可以获取不同光谱、天气条件和环境条件下的场景,故该系统可以提供更好的监控质量。另一方面,如何克服嵌入式方案所面临的挑战,仍需进一步研究。嵌入式平台中资源限制、操作许可、时钟速度、存储空间以及电池寿命等问题一直还没有解决和优化。实际上,这些系统的设计涉及多个领域的创新,重点是嵌入式计算机视觉算法。对于当前监控系统分布式和嵌入式特性来说,需要简单、节能并可精确检测、跟踪的智能嵌入式视觉传感节点。

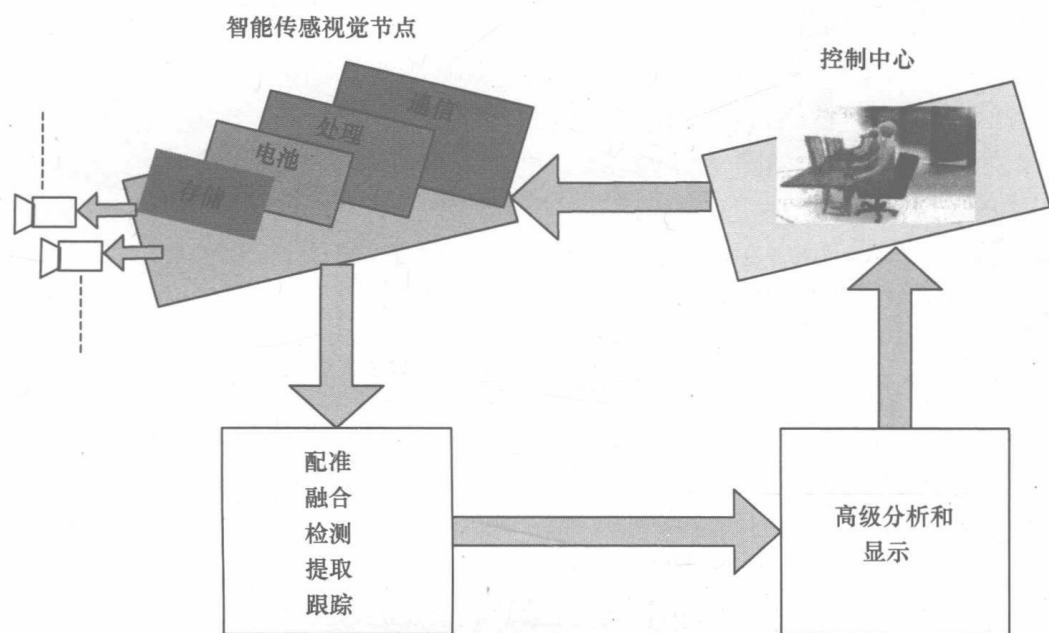


图 1.2 采用智能传感视觉节点的第 4 代监控系统

表 1.1 总结了监控系统 4 个阶段(4 代)的主要区别及各自面临的挑战。

表 1.1 视频监控系统的 4 个阶段

1 代	2 代	3 代	4 代
不处理信息,只实现可视化	在中央层完全处理数字信息	在网络不同级分布式处理信息	嵌入式处理
有操作员执行场景分析	系统显示采集图像,发送输出信号来关注异常情况	系统只显示所需检测和表述异常情况的信息	知识传输到控制中心并反馈
缺点:高带宽,难存档/检索,检测不稳定	缺点:单点故障	缺点:体积大,功耗大,稳定性低	挑战源于嵌入式的特点:有限资源

1.4 图像处理任务

监控系统的主要挑战之一是开发智能且实时的计算机视觉算法,用于减少不可靠的人为干预。其目标是持续监视某个场景、检测可疑目标活动,并自动发出警告信号。基本的图像处理过程涉及多学科系统,如图 1.3 所示,如图像配准、图像融合、目标检测、目标跟踪、目标分类和活动分析。

图像配准和融合作为预处理步骤,可通过采集多源信息来提高图像质量。配准是几何校准两个或多个图像的过程,这些图像由不同视角、不同时间、不同传感器获得。由于摄像头位置不同或者随时间变化的光线条件变化导致图像在

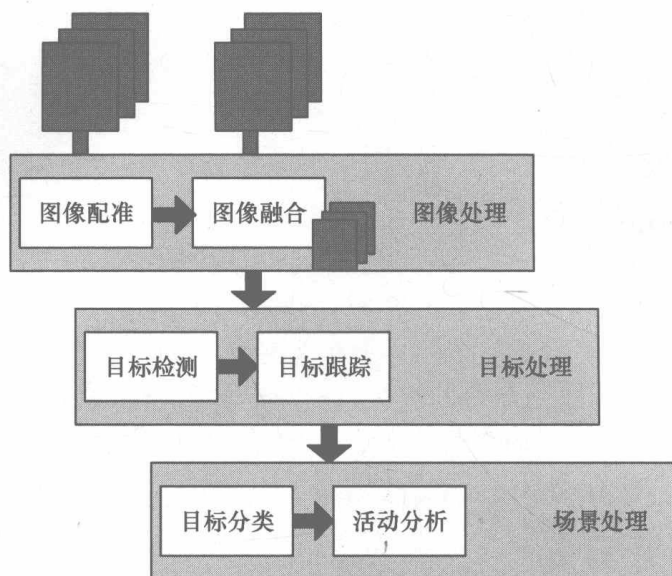


图 1.3 监控系统的图像处理步骤

平移、旋转和放缩方面有所不同。图像融合是将不同光学传感器源(如可见光和红外)获得的补充信息融合成复合图像或视频。图像融合的目的是减少存储的数据量,而保留所有源图像的显著特征,更重要的是提高监控场景的信息质量。图像融合过程必须确保源图像中的所有显著特征信息传递给合成图像。

一旦图像配准和融合结束,即可准备进一步的目标处理和场景分析。目标检测的目的是将图像分割为一组区域,包含并区分背景和前景(或实际移动目标)^[39]。检测移动目标主要包括背景建模和前景分割。建模技术包括简单的单模室内场景及复杂但精确的室外统计模型。一旦识别到相关目标,便提取一组典型特征。这些特征可为局部特征、全局特征或依赖关系图。关系图可表示出相关区域的目标。特征用于区分和识别同一场景的多目标,以及在视频序列中跟踪多目标的位置。因此,目标跟踪表示目标随时间变化的位置和运动。值得注意的是,检测与跟踪通常是相关的。至少在初始跟踪目标时检测是必要的,跟踪需要保持检测目标的时间连续性。

下一步是将对象分类,如区分人、车、机械或更具体的人的类型,如区分“John”和“Suzan”等。这种分类取决于具体的监控应用。一旦确定了目标的轨迹和类型,更复杂的场景和行为分析就确定了,即可根据情况需要发出警报信号。例如,最后一步确定是否有恶意攻击、人走动或遗留诸如炸弹一类的物体。

1.5 写作目的

监控和摄像头随处可见。例如,伦敦地铁和伦敦希斯罗机场各安装了 5000

多个监控摄像头。根据文献[40]可知,1994年至2004年英国花费40~50亿英镑用于安装和维护英国闭路电视系统。整个系统包含420万个摄像头,平均每14个公民一个摄像头。由文献[40]可知,每个英国公民每天都会被摄像头拍摄到300次。特别是车载处理的智能摄像头出现后,这些监控系统的性能和功能已经经过了多年验证。

然而,安全级别并非一成不变,在遇到紧急情况或特殊情况时需要立即提升安全级别。这些情况可能包括总统前往机场、政治候选人的公开演讲、灾区(余震或飓风后)、在公共场所的炸弹威胁等。当目标安全领域和任务缺少现有的监控设备时,部署新的监控设备是个费时、繁琐的工作。在其他情况下,只是短期内需要监控,则配备固定的监控系统开销大且没必要。

安全级别的升级通常是当发生爆炸或威胁在某些特定区域发生爆炸时,如最近发生的波士顿马拉松爆炸事件。当政府接到爆炸威胁后,国家的安全等级会迅速升级。在室外、室内安装新的监控系统,例如在目标公共区域安装,毫无疑问存在高开销和时间紧的问题。此外,安装安全摄像头可能引起恐怖分子的警觉,使其寻找难以预测的方式进行袭击。提供快速、可靠、易安装的监控系统应对紧急事件,需要采用移动的第4代监控系统单元。这些微型供电的无线摄像头单元具有车载处理能力,易于配置,不需要电线装置,并可远程控制。然而,这种监控系统还没有完全成熟,仍面临一些挑战。

如上所述,第4代监控系统的主要挑战是开发智能、精确、实时的计算机视觉算法来减少不可靠的人为干预。监控系统最重要的环节就是图像配准、图像融合以及目标检测、目标跟踪这4个步骤。这4个步骤的准确性直接影响着后面对目标的活动分析,因此它们的准确性对于分布式第4代监控系统(4GSS)尤其关重要。因为图像处理始于摄像节点,只有与目标检测有关的信息传输到控制中心才能进一步对目标分类及场景分析。这种方式减少通信开销和电力消耗。然而,由于只有部分图像传输到控制中心,因此所传输信息必须是准确的,且足够做出进一步决策,这一点至关重要。因此,需要进一步开展研究来提高配准、融合、检测和跟踪算法的效率,这样才能达到全自动、可靠监控的目的。

另外,第4代监控系统要解决面临的新兴问题需要两个步骤。第一步是开发适用于第4代监控系统的硬件/软件平台。第二步是调整、适应上文提到的图像处理算法,以便适应嵌入式平台的硬件约束。具体方法就是大范围布置低成本摄像头。例如,使用廉价的CMOS摄像头代替价格昂贵的Axis摄像头,可以从不同角度获得场景/目标的大量信息。这种方式增加了鲁棒性和灵活性。即使一个传感器失效,其他的传感器仍能正常工作,并将数据信息传到控制中心。此外,如果多传感器节点同时观测到目标,则可提高正确跟踪目标的可能性。摄像头端的跟踪完成后,Intel八核处理器就可在控制中心处理剩余的计算,就不需要昂贵的中央处理室了。因此,有效地利用多核系统和冗余信息,可提高对目