

基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统设计

陈昭, 梁涛, 邓裕华

(广州地铁集团有限公司, 广东 广州 511431)

摘要: 现代监控系统不仅需要实时捕捉图像信息, 还需要对这些信息快速处理和分析, 以实现智能化的监控功能。然而, 传统的监控系统通常依赖于单一类型的传感器, 目前常规目标区域信息监控系统主要通过布设在监控区域传感器实现区域信息数据的采集, 由于缺乏对信息数据的融合处理, 导致系统监控性能不佳。对此, 提出基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统。在硬件方面, 采用传感器以及嵌入式阵列摄像机作为区域信息采集模块的硬件集成部分。能够提供多源、多维度的数据采集能力, 相比于传统的单一传感器或摄像头, 能够更全面地捕捉目标区域的信息。通过结合监控指标的联合决策向量, 调整信息数据的分布情况, 实现信息融合处理, 并对信息监控流程进行设计。在实验中, 对提出的方法进行了监控性能的检验。测试结果表明, 采用提出的方法对目标区域信息进行监控分析时, 异常数据定位误差较低, 具备较为理想的监控性能, 从而优化监控效果, 为同类型的监控系统研发提供帮助。

关键词: 嵌入式阵列摄像机; 目标区域; 信息监控; 系统设计; 智能化管理

中图分类号: TP277; TP274

文献标志码: A

文章编号: 1003-7241(2025)10-0164-04

Design of target area information monitoring system based on embedded array camera

CHEN Zhao, LIANG Tao, DENG Yuhua

(Guangzhou Metro, Guangzhou 511431, China)

Abstract: Modern monitoring systems not only require real-time capture of image information, but also need to quickly process and analyze this information to achieve intelligent monitoring functions. However, traditional monitoring systems typically rely on a single type of sensor. At present, the conventional target area information monitoring system mainly realizes the collection of regional information data by deploying sensors in the monitoring area, and the lack of fusion processing of information data leads to poor system monitoring performance. In this regard, a target area information monitoring system based on embedded array cameras is proposed. In terms of hardware, sensors and embedded array cameras are used as the hardware integration part of the regional information acquisition module. It can provide multi-source and multi-dimensional data collection capabilities, and compared to traditional single sensors or cameras, it can more comprehensively capture information of the target area. By combining the joint decision vectors of monitoring indicators, the distribution of information data is adjusted to realize the information fusion processing, and the information monitoring process is designed. In the experiments, the monitoring performance of the proposed method is examined. The final test results show that when the proposed method is used to monitor and analyze the information in the target area, the abnormality data localization error is low, and it has a more ideal monitoring performance, optimizes the monitoring effect and provides assistance for the development of similar monitoring systems.

Keywords: embedded array camera; target area; information monitoring; system design; intelligent monitoring

0 引言

现代监控系统不仅需要实时捕捉图像信息, 还需要对这些信息快速处理和分析, 以实现智能化的监控功能。然而, 传统的监控系统通常依赖于单一类型的传感器, 如红外传感器、压力传感器等, 这些传感器各自采集特定类型的信息, 无法全面反映监控区域的状态。为此, 设计一种目标区域信息监控系统具有重要意义。

目前, 关于目标区域信息监控系统的研究, 主要方法包括两种, 分别为基于数据特征分析的信息监控方法以及基于综合评价分析的信息监控方法。其中, 基于数据特征

分析的信息监控方法主要指的是通过对目标区域的信息数据特征进行提取, 从而设计出信息数据特征波动阈值, 通过对信息波动阈值以及实际信息的特征向量进行对比, 从而识别出异常信息数据。例如, 文献[1]提出一种基于 DCT 域视觉的图像显著区域检测方法。利用最大类间方差法计算阈值将图像分割, 获得视觉显著区域, 获取最强注视点位置, 完成显著图像的区域检测。虽然 DCT 方法能够表示图像的亮度、纹理等方面的信息, 但其解释性相对较弱, 导致在提取显著区域时, 一些重要的特征信息被忽略或误判。文献[2]通过构建异构网络, 建立起关于农业环境信息的综合评价体系, 实现对环境信息质量的有效监控。由于不同传感器和设备的测量精度和稳定性存在差异, 导致数据质量和准确性的不一致性。此外, 环境因

收稿日期: 2024-04-22

素如天气、土壤湿度等也对传感器的工作产生影响,进一步影响数据的准确性,对环境质量监控不够准确。

对此,本文将 DS18B20 型号温度传感器、SHT31 型号湿度传感器和 DS-2CD2385G0-I3 型号嵌入式阵列摄像机相结合作为系统硬件的区域信息采集模块,这种硬件集成方案能够提供多源、多维度的数据采集能力,相比于传统的单一传感器或摄像头,能够更全面地捕捉目标区域的信息。通过软件,结合监控指标的联合决策向量,实现对采集到的信息数据的融合处理,以提高数据的综合利用率,提升监控系统的智能化水平,使得系统能够更准确地识别和分析监控区域内的异常情况,从而优化监控效果,为同类型的监控系统研发提供帮助^[3]。

1 基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统设计

1.1 基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统硬件设计

本文所设计的目标区域信息监控系统硬件部分主要包括三部分,分别为信息采集模块、网络传输模块以及中央控制模块。其中,信息采集模块主要采用 DS18B20 型号温度传感器、SHT31 型号湿度传感器以及 DS-2CD2385G0-I3 型号嵌入式阵列摄像机对目标区域的信息进行采集。摄像机主要用于拍摄目标区域的检测图像,而传感器主要用于实现目标区域设备运行状态数据的获取^[4]。为保证信息监控系统在数据共享方面的有效性,本文所设计的目标区域信息监控将传感器与嵌入式阵列摄像机的串口进行相连,从而实现传感设备与信息采集设备之间的数据共享。信息采集模块所采集到的目标区域信息数据会通过通信线路传输到网络中心,由网络传输模块对数据进行预处理,通过调节数据格式并对数据进行聚类分析处理。最后网络传输模块会将处理完成的目标区域信息数据传输到中央控制模块,通过交换机以及串行网关实现数据的集中管理与分析,从而实现信息监控。系统的整体硬件结构如图 1 所示。

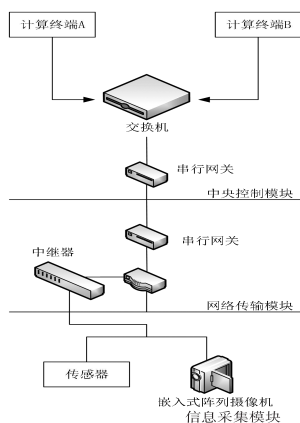


图 1 基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统硬件结构

在本文所设计的目标区域信息监控系统硬件结构中,嵌入式阵列摄像机内部安装的芯片型号为 ARM9,该芯片内部集成了数据通信功能,可以实现不同设备之间的信息传输,同时也能够接收来自中央控制模块的操作指令^[5]。网络传输模块中,采用中继器与串行网关相连的形式,不仅可以实现数据传输,同时也能够对采集到的数据进行简单处理,从而为后续的数据集成处理减少工作量。中央控制模块既可以接收来自信息采集模块所传输的目标区域信息数据,同时也能够根据嵌入式阵列摄像机的拍摄图像,对采集模块发出操作指令,从而实现不同设备以及区域的信息调取。

1.2 目标区域信息监控系统软件设计

1.2.1 目标区域信息融合及监控指标设计

传感器与嵌入式阵列摄像机在对目标区域信息进行采集后,通过对目标区域信息进行融合处理,并对监控指标进行细化分析,从而为信息监控提供帮助。对此,本文所构建出的目标区域信息监测等级分布见表 1。

表 1 目标区域信息监控指标

等级	测度分布
1	[0,0.3]
3	[0.3,0.4]
5	[0.4,0.5]
7	[0.5,0.6]
9	[0.6,.0.7]

根据上述设计出的目标区域信息监控指标所对应的测度分布情况,本文引入监测指标分布的联合决策向量 M_i ,对指标性能进行表征,决策向量具体计算公式如下:

$$M_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} + \frac{a_{ij} + 1}{n} \quad (1)$$

式中, n 代表监控指标总数, a_{ij} 代表目标区域信息监控指标对应的权重分布因子^[6]。假设监控系统所得到的目标区域信息特征向量为 $X(t)$,则本文通过结合信息分布数据量 λ ,所构建出的信息融合模型表达式如下:

$$E = \sqrt{\lambda} \cdot \sum_{n=1}^n \frac{|M_i \times N|_n}{X(t)} \quad (2)$$

式中, N 代表局部传感设备的监测节点, E 代表目标区域信息的融合结果。然后对目标区域监控指标分布的联合决策向量进行互信息分析处理,具体处理公式如下:

$$P_i = \frac{\tilde{\omega}_i \exp M_i}{b \cdot z_i} \quad (3)$$

式中, $\tilde{\omega}_i$ 代表互信息参数, b 代表区域划分系数, z_i 代表区域信息分布参量^[7]。然后通过计算各监控指标的权重系数,将区域信息数据的分布情况按照权重大小进行调整,从而实现区域信息数据的有效融合,权重系数计算公式如下:

$$\beta = B + \frac{\varphi \cdot P_i}{(n-1) \oplus S} \quad (4)$$

式中, S 代表监控指标权重分配矩阵, φ 代表矩阵偏置参

数, B 代表目标区域信息数据的随机分布概率^[8]。

通过上述步骤即可完成对于目标区域信息融合以及监控指标的设计,通过结合监控指标的联合决策向量,对权重系数进行计算,从而调整信息数据的分布情况,实现信息融合处理^[9]。

1.3 目标区域信息监控流程设计

针对上述构建出的目标区域信息监控指标,本文所提出的信息监控系统的具体监控流程如图 2 所示^[10]。

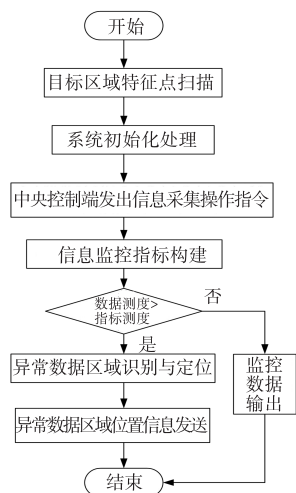


图 2 目标区域信息监控流程

通过上述目标区域信息监控流程可以看出,本文系统首先针对目标区域进行特征点扫描,并通过中央控制模块对采集端发出操作指令,通过结合集成信号处理器,对目标区域的信息数据进行实时采集与处理^[11-12]。与此同时,根据初步的信息采集结果,构建出目标区域信息的监控指标^[13]。并结合监控指标对处理完成的目标区域信息数据进行分析,若采集到的目标区域信息数据测度高于监控指标阈值测度,则代表区域内的信息数据存在异常波动情况,系统将会采取报警处理,将异常数据所在区域的位置坐标发送给中央控制模块^[14]。该模块将通过可视化设备对异常数据所在区域的图像进行调取,从而为操作人员提供可靠的数据信息。

通过上述步骤即可完成对于目标区域信息监控流程的设计,通过对数据测度以及监控指标测度值进行对比,从而识别出异常数据^[15-16]所在区域,并将该区域的位置信息进行输出,从而完成信息监控^[17]。将本节内容与上述提到的信息融合以及监控指标设计等相关内容进行结合,至此,基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统设计完成。

2 实验论证

为了证明本文提出的基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统在实际监控效果方面优于常规的目标区域信息监控系统,在理论部分的设计完成后,构建实验环节,对本文方法的实际监控效果进行检验。

2.1 实验说明

为验证本文提出的基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统在实际监控效果方面的优越性,本次实验选取了两组常规的目标区域信息监控系统作为对比对象,分别为基于 BIM 技术的目标区域信息监控系统,以及基于数据挖掘的目标区域信息监控系统。通过构建实验平台,采用三种信息监控系统对同一组目标区域进行监控分析,对比不同系统的实际运行效果。

2.2 实验准备

本次实验以某地铁公司的线损信息数据作为监控对象,通过对指定区域内的线损信息数据进行监控,并对其进行量化分析处理,从而检测出不同系统对于异常数据的识别效果。本次实验所用到的传感器以及嵌入式阵列摄像机实物图如图 3 所示。



(a) 传感器实物图 (b) 嵌入式阵列摄像机实物图

图 3 系统设备硬件实物图

本文所用到的传感器为温湿度传感器,该传感器的具体参数配置见表 2。

表 2 传感器参数配置

传感器类型	参数	具体配置
温度传感器	复现性	±0.1
	精度	±0.5 °C
	响应时间	≤20 s
	分辨率	0.001 °C
	温度范围	-50~+120 °C
湿度传感器	复现性	±0.1
	精度	±0.35%
	响应时间	5 s
	分辨率	0.01 °C
	湿度范围	0%~100%

为保障实验结果的可靠性,本次实验通过采用线损控制器对线损信息进行模拟,从而仿真出不同的地铁线路环境。对此,本文将线损控制器与传感器进行连接,从而模拟出不同测度的线损信息,具体连接方式如图 4 所示。

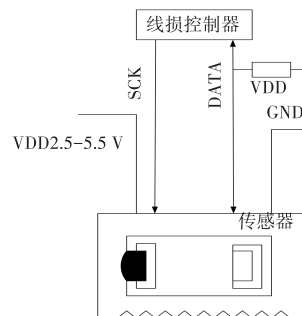


图 4 线损控制器的连接结构

本文所模拟出的部分线损信息数据见表3。

表3 部分线损信息数据

监测节点编号	线损参数	具体数据
01	供电量/万 kWh	2 560
	损耗电量/万 kWh	1 025
	线损率/%	0.3
	线损因子参数	1.2
02	供电量/万 kWh	2 581
	损耗电量/万 kWh	651
	线损率/%	0.4
	线损因子参数	1.1
03	供电量/万 kWh	3 652
	损耗电量/万 kWh	1 810
	线损率/%	0.4
	线损因子参数	1.3
04	供电量/万 kWh	4 140
	损耗电量/万 kWh	1 042
	线损率/%	0.5
	线损因子参数	1.1
05	供电量/万 kWh	1 608
	损耗电量/万 kWh	125
	线损率/%	0.5
	线损因子参数	1.3

通过对线损数据进行聚类分析,本次实验得到的实验数据聚类分布情况如图5所示。

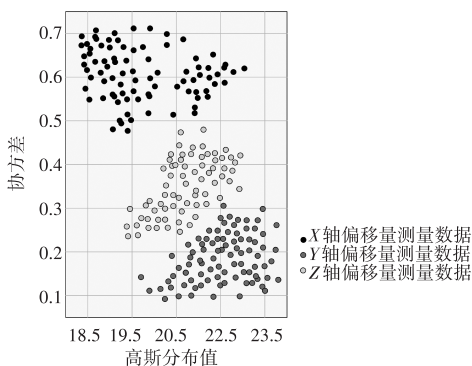


图5 线损数据聚类分布散点图

针对上述模拟出的线损数据分布情况,采用三种监控系统对数据进行监控处理,待系统完成监控工作后,记录下不同监控系统下的异常数据定位误差,该值可以对系统的监控精度进行表征。

2.3 系统监控性能对比结果

本次对比实验选取的对比指标为不同监控系统的监控性能,具体衡量指标为系统对于异常数据的定位误差,该值越低,代表系统的监控性能越好,具体实验结果如图6所示。

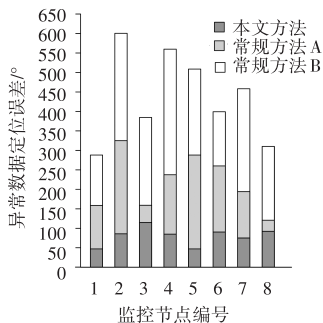


图6 异常数据定位误差对比结果

通过上述实验结果可以看出,在不同监控点位下,系统对于异常数据的定位情况也有所不同。通过数值上的对比可以明显看出,本文提出的基于嵌入式阵列摄像机的目标区域信息监控系统的监控性能明显更好,异常数据定位误差较低。

3 结束语

本文针对常规的目标区域信息监控系统在监控性能方面较差的问题,通过结合嵌入式阵列摄像机,提出了一种新型的监控系统。在今后的研究工作中,还需针对监控系统的监控指标进行优化分析。

参考文献

- [1] 魏泽国, 赵长伟. 基于DCT域视觉的场馆监控图像显著区域检测[J]. 计算机仿真, 2021, 38(1): 408-411, 470.
- [2] 熊刚, 胡启迪, 马安良, 等. 基于异构网络的智慧农业环境信息监测系统设计与实现[J]. 热带农业科学 2022, 42(3): 100-104.
- [3] 王红艳, 李选芒. 基于数据挖掘的物流信息监控系统设计[J]. 电子设计工程, 2022, 30(6): 71-75.
- [4] 王林信. 基于多维数据的地铁营销线损信息监控系统设计[J]. 微型电脑应用, 2022, 38(2): 133-137.
- [5] 吴浩, 江莉, 张劲. 基于云台摄像机的自适应无人机跟踪系统[J]. 计算机应用, 2021, 41(S2): 325-329.
- [6] 洪炎, 朱丹萍, 龚平顺. 基于TopHat加权引导滤波的Retinex矿井图像增强算法[J]. 工矿自动化, 2022, 48(8): 43-49.
- [7] 刘家雨, 王永生, 刘爱东. 基于OpenCV和OpenDDS的无人机视频采集传输架构设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2020, 20(3): 50-53.
- [8] 过怡, 张振, 张棋. 基于WIFI的智能车信息监测系统设计与实现[J]. 机械设计与自动化, 2021(6): 151-153.
- [9] 蒋斯立, 黄微, 黄睿. 基于多参考影像信息融合的遥感影像厚云去除[J]. 自然资源遥感, 2022, 34(2): 121-127.
- [10] 张才科, 叶小舟, 刘纯. 核电站设备信息监控系统的设计和实现[J]. 电子技术应用, 2021(S1): 316-322.
- [11] 王明阳, 王江涛, 刘琛. 基于关键点的遥感图像旋转目标检测[J]. 电子测量与仪器学报, 2021, 35(6): 102-108.
- [12] 周斌, 杨蒙, 李心宁, 等. 天然气管道信息自动采集和存储系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2023, 42(1): 30-34.
- [13] 曹令, 刘桂华, 邓豪, 等. 基于局部关联信息的视频监控图像中 γ 辐射噪斑的消除方法[J]. 原子能科学技术, 2022, 56(7): 1413-1422.
- [14] 胡玫, 王永喜. 基于STM32的可穿戴式无线体域网信息监测系统设计与实现[J]. 电气自动化, 2021, 43(3): 20-23.
- [15] 廖威. 基于NBIOT技术的区域水质信息采集及监测系统设计与实现[J]. 自动化与仪器仪表, 2021(5): 113-116.
- [16] 陈晓云, 王鹤森, 朱敏, 等. 基于移动作业的电力现场异常智能化稽查方法研究[J]. 自动化技术与应用, 2024, 43(2): 68-71.
- [17] 杨亚虎, 王瑜, 陈天华. 基于深度学习的远程视频监控异常图像检测[J]. 电讯技术, 2021, 61(2): 203-210.

作者简介:陈 昭(1996—),男,本科,助理工程师,研究方向:机器视觉检测。