

数智园区多模态安全感知数据融合应用研究

杨森, 梁磊, 陈光

(北京市工业设计研究院有限公司)

【摘要】传统园区消防、安检等系统均采用独立布线、独立运行的建设模式,造成园区监控体系的业务封闭性。针对数智园区中时间序列数据、空间数据、视频流及图像数据、群智感知数据等安全感知数据的融合应用,文章提出数智园区综合安全感知数据融合处理框架及实现方法,解决现有园区安全感知数据获取能力不强、数据价值发挥有限、服务能级不高等问题,实现对园区安全监控对象从“事后调查”到“事前预警”“事前控制”的数智化转变,为复杂环境下园区综合安全体系的构建提供解决路径。

【关键词】数智园区;综合安全;安全感知数据;数据融合

中图分类号: TU89;TU855

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.06.047

Research on the Application of Multi-modal Security Perception Data Fusion in Digital Intelligence Park

YANG Sen, LIANG Lei, CHEN Guang

(Beijing Industrial Designing & Researching Institute Co., Ltd.)

【Abstract】Traditional park fire protection, security inspection and other systems adopt the construction mode of independent wiring and independent operation, resulting in the business closure of the park monitoring system. For the integration and application of security perception data such as time series data, spatial data, video streams and image data, and crowd intelligence data in the digital intelligence park, this paper proposes a framework and implementation method of comprehensive security perception data fusion processing in the digital intelligence park to solve the problems of weak acquisition ability of security perception data, limited exertion of data value, and low service level in existing park. It is expected to realize the transformation of the data intelligence of the park security monitoring object from "post-event investigation" to "pre-event warning" and "pre-event control", and provide a solutions for the construction of the comprehensive security system in complex park environments.

【Keywords】digital and intelligent park; comprehensive security; security perception data; data fusion

1 引言

目前,随着园区数智化建设的深入,园区安消一体化正逐步融入园区弱电系统数智化建设中,园区安监、消防等系统边界正日趋模糊^[1]。新一代ICT技术的广泛应用,为园区综合安全管理系统的数智化建设提供了技术支撑。

本文从数据获取、数据价值、服务能级等方面,分析园区综合安全管理亟待解决的问题,梳理数智园区安全感知数据的类型,提出数智园区安全感知数据融合处理框架以及基于模型的安全感知数据融合处理方法。

2 园区综合安全管理亟待解决的问题

2.1 园区安全感知数据获取能力不强

园区现有的电气火灾、消防水网、出入口管理、门禁管理、视频监控、周界报警、巡更等系统多是以

园区单项运营服务为目标,以感温传感器、感烟传感器、门禁光敏传感器等单点设备为主而构建的单体应用。园区安监、消防、环保、安检、应急等系统多为独立布线、独立运行,形成其业务系统的封闭性,导致园区运营管理数据的碎片化。同时,监测设备受园区空间结构、大气、光照、参数设定等因素的影响,易造成数据缺失、失真等问题,加之缺少统一的数据管理工具,会影响园区运营服务的能级。

2.2 园区安全感知数据价值发挥有限

在园区安监、消防、环保、安检等应用系统建设中,常受开发建设时期数据规范、应用标准、软硬件系统、应用场景等因素的制约,并会随着时间的推移而形成IT架构固化,进一步造成园区数据链断裂,加剧园区跨层级、跨系统、跨部门、跨业务之间服务链的断链。同时,因园区建设中数据标准、接口规范、调用规则规范化程度不高,导致园区数据深度融合

较难、业务整合不易,造成园区数据价值碎片化,不仅不利于园区数据资产的治理与应用,也无法释放数据价值,不利于园区整体运营效率的提升。

2.3 园区数智安全生态体服务能级不高

国内园区服务平台普遍存在服务集成能力有限、要素资源匹配不强、模型构建能力不高、功能模块融合较难等问题,难以支撑基于BIM/CIM的数字孪生对园区多要素链接、多场景触达的服务需求。同时,现有园区多数仍未构建起设备智链、数据智链,无法支持态势感知、预测预判、趋势分析、资源调度、协同控制于一体的服务智链。此外,多数园区仍未构建园区安全事件闭环体系,制约着园区跨部门、跨业务、跨场域安全事件的监控、查处及预防。

如何解决上述问题,实现数据资产要素价值的释放,促进园区全价值链业务协同,构建数据驱动的智能决策能力,是构建园区安全体系的关键,也是提升园区数智生态体服务能级的关键。

3 园区安全感知数据

1) 时间序列数据

时间序列数据是在连续时间内以设定时间间隔采集获取的数据序列。园区安全感知时间序列数据是由园区固定位置上的装置设备所采集的运行状态、故障、预警报警信息等感知数据,如消防终端设备数据、火灾探测报警数据、电气火灾监测数据、电梯安全监测数据、周界防范报警数据、人脸识别数据、车辆识别预警数据等^[2]。

2) 空间数据

园区安全感知空间数据与应用场景空间之间存在着较强的关联性,具有空间、时间及属性特征,既包括监测监控设备的空间位置信息,也涉及建筑物、道路、植被等园区基础地理信息数据,还包含BIM/CIM+3D模型信息数据。位于不同空间位置上的监控设施所采集的监测数据,形成了园区安全感知数据的空间拓扑结构。

3) 监测视频流及视频图像数据

园区监测视频流及视频图像数据通过摄像机等设备所获取的安全监测语音数据、图像及数据信息,以及边缘AT分析仪所处理的视频火焰、视频烟雾、消防通道状况、值班在岗情况等视频图像分析数据。

4) 安全群智感知数据

园区安全群智感知数据是指通过移动智能终端

所获取的与园区火灾报警、事故现场相关的方位、照片、视频等环境感知数据,以及灾害速报、现场处置等灾害现场数据。园区安全群智感知数据具有时间与空间位置关系特性,具有随机性及突发性。

园区安全感知数据能够为园区态势感知、运行监测、综合管控、决策分析提供基础支撑。

4 数智园区安全感知数据融合处理框架

针对目前园区安全感知应用场景中数据源具有独立性、数据处理要求实时性等应用特征,在园区安全感知数据融合处理框架构建上,采取可扩展融合框架、并行性数据融合、模块化融合处理的方式,依据多源异构感知数据的时空相关性,对泛在安全态势感知数据进行融合处理,实现园区复杂场景下安全态势感知目标的精准定位与跟踪。

根据园区空间场景、感知体系、业务生态三个维度,构建园区一体化数据融合模块,支持涵盖园区对象、园区信息、园区业务在内的安全态势感知全连接数字孪生应用。其中,数据融合模块主要设置园区物联网消防感知设备数据处理模块、园区GIS地理信息数据处理模块、移动群智终端设备数据处理模块、园区BIM+3D信息数据处理模块、园区数据融合处理模块、BIM+3D园区全景数据显示模块构成。其框架结构如图1所示。

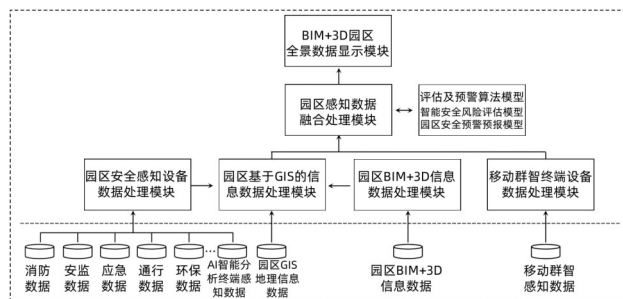


图1 数智园区安全感知数据融合处理框架

①园区安全感知设备数据处理模块。目前,园区安全感知设备主要包括温度传感器、烟雾探测器、气体探测器、水位水压探测器、智能视频监控等感知设备。通过园区安全感知设备数据处理模块,对园区安防监控态势感知数据、消防告警数据感知数据、环境监测态势感知数据、人员及车辆状态感知数据、园区应急资源信息感知数据以及园区场所信息感知数据进行数据融合处理。

②园区BIM+3D信息数据处理模块。模块对源

自园区 BIM+3D 信息数据库中的园区 BIM 建筑构件的尺寸、数量、与建筑物相关的地理环境、风向等相关数据信息,以及二维图形、地形数据、地标图像、三维观测数据及模型表面纹理等 3D 数据进行处理。

③ 园区基于 GIS 的信息数据处理模块。通过 GIS 的信息数据处理模块,实现对园区地图数据、遥感数据、GPS 数据、文本数据、多媒体数据等 GIS 电子数据和非电子数据的处理。

④ 移动群智终端设备感知数据处理模块。园区安全感知对象主要包括人员、物品、事件、环境等,移动群智终端设备感知数据处理模块主要处理通过智能手机、可穿戴设备而获取的现场状态、行为、位置、轨迹、视频图像等安全感知数据。

⑤ 园区数据融合处理模块。模块实现对多源异构园区安全感知数据的数据匹配、智能化融合处理。基于园区安全感知融合数据,构建智能安全风险评估模型、园区火灾预警预报模型,并不断进行优化。

⑥ BIM+3D 园区全景数据显示模块。基于 BIM+3D 显示系统,显示模块将呈现安监、消防、环保、安检、应急等园区安全感知信息及安全态势,实现复杂场景下安全态势感知目标的定位及跟踪。

5 基于模型的数智安全感知数据融合处理

结合科技园区综合安全体系建设的实际,构建时间序列分类器、空间数据分类器、视频流及视频图像数据分类器、群智感知数据分类器,通过机器学习实现基于数据关系分析的园区安监、消防、环保、安检、应急等安全感知数据的融合。基于模型的多源异构园区安全感知数据融合处理实现如图 2 所示。

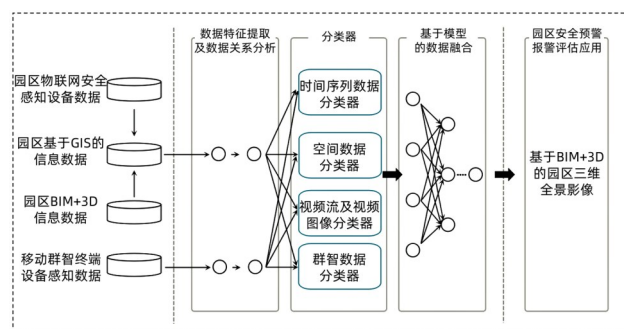


图2 基于模型的多源异构安全感知数据融合处理

① 时间序列数据分类器运用随机森林模型,实现对消防终端设备、火灾探测报警系统、电气火灾监测系统、消防水压监测系统、消防水位监测系统、车

辆管理系统、人员通行管理系统、巡更系统等时间序列数据的融合处理^[3]。

② 空间数据分类器运用贝叶斯模型^[4],实现对地上地下空间三维模型数据、建筑及基础设施 BIM 数据、感烟火灾探测报警器、电气火灾监测探测器、消防栓、水位远程采集设备、水压远程采集设备、液位变送器、摄像机、道闸系统、门禁系统、梯控系统、园区应急资源等园区信息数据的融合处理。

③ 视频流及视频图像数据分类器运用 FTRL 算法,实现对楼宇监控、道路监控、室外广场监控、周界监控等视频监控系统,及人脸识别系统、车牌识别系统、可视对讲系统等实时视频流及视频图像的处理。

④ 群智感知数据分类器运用在线学习 FTRL 算法,对智能手机、穿戴设备等移动群智设备所拍摄的园区消防、安防等安全实时视频及图像等进行处理。

⑤ 基于模型的数据融合模块运用神经网络算法,实现对时间序列分类器、空间数据分类器、视频流及视频图像数据分类器、群智感知数据分类器等运行结果的集成。

6 结语

综上所述,数据具有经济价值、社会价值和管理价值,通过构建数智园区的综合安全体系,对园区安全感知数据的融合处理,可以扩大时空感知范围,提升园区安全目标检测与预测能力,增强安全系统容错能力,提高园区安全应急处置能力,降低园区安全防范成本,是实现园区数字治理目标的前提和基础。

参考文献

- [1] 杨国胜.安全防范理论与务实[M].北京:中国人民公安大学出版社,2019.
- [2] Rathore. M M, Ahmad, et al. Urban planning And building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics[J].Computer Networks, 2016, Vol, 101: 63-80.
- [3] Tarun Kumar, Dharmender Singh Kushwaha. An Intelligent Surveillance System Based on IoT for Internal Security of a Nation[J]. International Journal of Information Security and Privacy(IJISP), 2019.
- [4] AHMED N R, SAMPLE E M, CAMPBELL M. Bayesian multicategorical soft data fusion for human-robot collaboration[J]. IEEE Transactions on Robotics, 2013, 29 (1): 189-206.