



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118884420 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 18

(21) 申请号 202411088620.5

G01S 13/58 (2006.01)

(22) 申请日 2024.08.09

G01S 13/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01S 7/41 (2006.01)

申请公布号 CN 118884420 A

G01S 7/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2024.11.01

(56) 对比文件

(73) 专利权人 深圳市岚正科技有限公司

CN 113163110 A, 2021.07.23

地址 518000 广东省深圳市龙岗区坂田街

CN 114366052 A, 2022.04.19

道岗头社区雪岗北路133号岗头发展

审查员 田萌

大厦第六层606

(72) 发明人 李新超 龙辰三 汪泽村

(74) 专利代理机构 深圳希望之光知识产权代理

事务所(普通合伙) 441140

专利代理师 张喜超

(51) Int. Cl.

G01S 13/50 (2006.01)

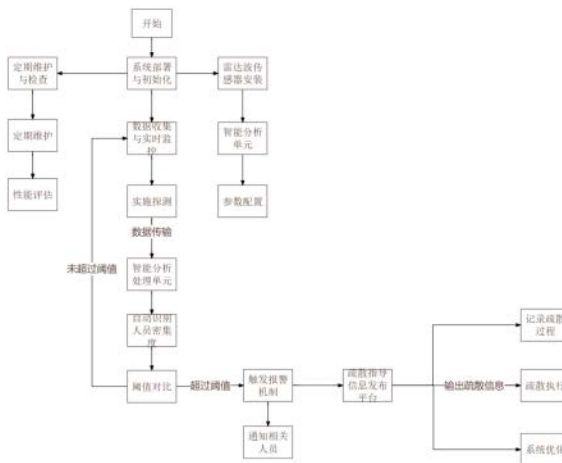
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

## (54) 发明名称

一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,涉及校园安全管理技术领域,该系统包括以下组成部分:雷达波探测模块:采用高精度、多频段的雷达波传感器,对校园内各区域进行不间断扫描,实时获取人员分布、移动速度和方向数据,本发明通过智能分析处理单元在触发预警时自动生成最优的疏散路径和方案,疏散指导信息通过校园广播系统、手机APP、电子显示屏多种渠道进行发布,为师生提供了清晰、直观的疏散指引,在疏散过程中,系统还能根据实时的人员流动情况和现场反馈,动态调整疏散指导信息,确保疏散过程的安全有序,这种智能化的疏散指导机制,不仅提高了疏散效率,还降低了因恐慌或混乱而导致的安全事故风险。



1. 一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,该系统包括以下组成部分:

雷达波探测模块:采用高精度、多频段的雷达波传感器,对校园内各区域进行不间断扫描,实时获取人员分布、移动速度和方向数据;

智能分析处理单元:集成人工智能算法,包括深度学习、机器学习和数据挖掘技术,接收来自雷达波探测模块的数据,并进行初步的数据校验和同步处理,从预处理后的数据中提取出与人员聚集相关的特征信息,包括人员数量、密度,集成的人工智能算法对提取的特征信息进行深入分析,评估人员聚集的严重程度和潜在的安全风险,其计算公式为:

$$\min_{\alpha} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \alpha_i \alpha_j y_i y_j K(x_i, x_j) - \sum_{i=1}^N \alpha_i$$

, 其中,  $N$  是训练样本数量,  $x_i$  是第  $i$  个

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0, \quad 0 \leq \alpha_i \leq C, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

样本的特征向量,  $y_i$  是第  $i$  个样本的标签,  $K(x_i, x_j)$  是核函数,用于计算样本间的相似度,  $C$  是正则化参数,用于控制过拟合,  $\alpha_i$  是拉格朗日乘子,利用训练好的支持向量机模型对提取的特征信息进行实时分类或回归,以评估当前人员聚集的密度和安全风险等级根据分析结果,智能分析处理单元判断是否需要触发预警机制,当某区域的人员聚集密度超过预设的安全阈值,则进入预警流程;

预警触发模块:分析结果显示某区域人员聚集密度超过预设的安全阈值,自动触发预警信号,包括声光报警、短信通知和电子邮件警报,使相关管理人员和安保人员能够第一时间获得警示信息;

疏散指导信息发布平台:结合校园广播系统、手机APP、电子显示屏的多种渠道,根据预警区域的具体情况,自动生成并发布详细的疏散指导信息,包括疏散路线、安全出口位置及注意事项,引导师生有序撤离,避免踩踏安全事故的发生;

自学习与优化模块:系统具备自学习能力,能够不断积累历史数据,优化算法模型,提高预警准确率和疏散指导的有效性,同时,支持远程配置和更新,便于根据校园实际情况进行灵活调整。

2. 根据权利要求1所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,所述雷达波探测模块在校园内关键区域部署高精度、多频段的雷达波传感器,对雷达传感器进行初始化配置,包括设置扫描频率、探测范围、数据处理参数,并根据校园的具体环境和需求进行调整,雷达传感器不间断地扫描指定区域,收集人员分布、移动速度和方向原始数据,采集到的数据通过无线或有线方式传输至智能分析处理单元,智能分析处理单元对采集到的原始数据进行预处理,包括去噪、滤波、校准步骤,以提高数据的质量和准确性。

3. 根据权利要求1所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,所述智能分析处理单元采用基于图像处理算法的密度估计算法从预处理后的数据中提取出与人员聚集相关的特征信息,其算法公式为:

$\text{Density Estimate} = f(\text{Extracted Features}, \text{Model Parameters})$ , 其中,  $f$  表示密度估计模型,  $\text{Extracted Features}$  表示从预处理后的数据中提取的特征,  $\text{Model Parameters}$  表示模型的参数。

4. 根据权利要求1所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,

所述预警触发模块判断需要触发预警,智能分析处理单元立即生成预警信号,包括声光报警信号、短信通知、电子邮件警报,将预警信号发送至相关管理人员和安保人员的终端设备,以及校园广播系统、电子显示屏的公共发布平台,接收预警信号的人员需立即确认并采取相应的应对措施,包括前往现场查看、启动应急预案。

5.根据权利要求1所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,所述疏散指导信息发布平台根据预警区域的具体情况,智能分析处理单元自动生成最优的疏散路径和方案,将疏散指导信息通过校园广播系统、手机APP、电子显示屏多种渠道进行发布,信息内容包括疏散路线、安全出口位置、注意事项的详细指导,在疏散过程中,根据实时的人员流动情况和现场反馈,智能分析处理单元可动态调整疏散指导信息。

6.根据权利要求5所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,所述疏散指导信息发布平台采用Dijkstra算法自动生成最优的疏散路径,根据校园地图、实时人员分布、安全出口位置及障碍物分布信息,自动生成从当前位置到最近安全出口的最优疏散路径,其计算公式为:疏散路径 $P$ 的计算表达为寻找从起始节点 $S$ 到安全出口节点 $T$ 的最优路径问题: $P = \arg \min_{p \in \text{all paths from } S \text{ to } T} \sum_{e \in p} w(e)$ ,其中, $P$ 表示要找到的最优路径, $S$ 和 $T$ 分别是路径的起始节点和终止节点,all paths from  $S$  to  $T$ 表示从节点 $S$ 到节点 $T$ 的所有可能路径, $e$ 表示路径中的边, $\sum_{e \in p} w(e)$ 表示路径 $P$ 上所有边的权重之和。

7.根据权利要求1所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,所述自学习与优化模块通过系统持续积累历史数据,包括每次预警事件的人员聚集情况、疏散效果、响应时间,利用积累的数据对人工智能算法模型进行训练和优化,提高预警准确率和疏散指导的有效性,包括调整模型参数、改进算法结构,同时支持远程对系统进行配置和更新。

8.根据权利要求1所述的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,其特征在于,所述自学习与优化模块采用牛顿法对人工智能算法模型进行优化,具体地,初始化模型参数 $\theta_0$ 和设置优化算法的参数,在每次迭代中,利用雷达波探测模块收集的数据作为输入,计算当前模型参数 $\theta_t$ 下的目标函数 $J(\theta_t)$ 的梯度 $\nabla J(\theta_t)$ 和Hessian的操作,重复迭代,直至达到预设迭代次数或目标函数值收敛,系统通过不断积累历史数据,利用上述训练和优化过程,自动调整人工智能算法模型的参数。

## 一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及校园安全管理技术领域,具体为一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统。

### 背景技术

[0002] 在当代社会,随着教育事业的蓬勃发展和高等教育普及率的提高,校园规模不断扩大,师生数量急剧增加,这种趋势虽然促进了学术交流和知识传播,但同时也给校园安全管理带来了前所未有的挑战,特别是在节假日、大型活动或紧急情况下,校园内人员聚集现象尤为突出,一旦管理不当,极易引发踩踏事件、拥堵问题及其他安全隐患,严重威胁到师生的生命财产安全。

[0003] 传统的人员聚集监测手段主要包括视频监控系统和人工巡逻,视频监控系统虽然能够直观展示现场情况,但存在诸多不足:首先,视频数据易受光线变化、遮挡物及恶劣天气因素的影响,导致监测效果大打折扣,其次,视频监控涉及大量个人信息的采集与处理,存在较高的隐私泄露风险,容易引发师生不满和法律纠纷,最后,视频监控系统依赖于人工监控和判断,不仅效率低下,而且容易因人为疏忽而错失预警时机。

[0004] 基于上述问题,有必要对现有的人员聚集监测手段进行优化,利用雷达波检测技术实现校园内人员聚集情况的实时监测,还通过集成先进的人工智能算法对收集到的数据进行深度分析和处理,自动识别并评估人员聚集密度,并在必要时自动触发预警机制和疏散指导信息发布平台,因此,开发一种能够综合实现上述特点的一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统具有重要意义。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决现有技术的不足,提供了一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,它能够通过结合高精度、多频段的雷达波传感器和先进的人工智能算法,实现对校园内人员聚集情况的实时监测与分析,自动触发预警机制,并提供高效、准确的疏散指导,以预防踩踏事件和其他安全隐患的发生。

[0006] 本发明为解决上述技术问题,提供如下技术方案:一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统,该系统包括以下组成部分:

[0007] 雷达波探测模块:采用高精度、多频段的雷达波传感器,对校园内各区域进行不间断扫描,实时获取人员分布、移动速度和方向数据;

[0008] 智能分析处理单元:集成人工智能算法,包括但不限于深度学习、机器学习和数据挖掘技术,对雷达波探测模块收集的数据进行实时处理与分析,自动识别并评估人员聚集密度,判断是否存在安全隐患;

[0009] 预警触发模块:分析结果显示某区域人员聚集密度超过预设的安全阈值,自动触发预警信号,包括但不限于声光报警、短信通知和电子邮件警报,使相关管理人员和安保人员能够第一时间获得警示信息;

[0010] 疏散指导信息发布平台:结合校园广播系统、手机APP、电子显示屏的多种渠道,根据预警区域的具体情况,自动生成并发布详细的疏散指导信息,包括疏散路线、安全出口位置及注意事项,引导师生有序撤离,避免踩踏安全事故的发生;

[0011] 自学习与优化模块:系统具备自学习能力,能够不断积累历史数据,优化算法模型,提高预警准确率和疏散指导的有效性,同时,支持远程配置和更新,便于根据校园实际情况进行灵活调整。

[0012] 进一步地,所述雷达波探测模块在校园内关键区域部署高精度、多频段的雷达波传感器,对雷达传感器进行初始化配置,包括设置扫描频率、探测范围、数据处理参数,并根据校园的具体环境和需求进行调整,雷达传感器不间断地扫描指定区域,收集人员分布、移动速度和方向原始数据,采集到的数据通过无线或有线方式传输至智能分析处理单元,智能分析处理单元对采集到的原始数据进行预处理,包括去噪、滤波、校准步骤,以提高数据的质量和准确性。

[0013] 更进一步地,所述智能分析处理单元接收来自雷达波探测模块的数据,并进行初步的数据校验和同步处理,利用图像处理或信号处理算法,从预处理后的数据中提取出与人员聚集相关的特征信息,包括人员数量、密度,集成的人工智能算法对提取的特征信息进行深入分析,评估人员聚集的严重程度和潜在的安全风险,根据分析结果,智能分析处理单元判断是否需要触发预警机制,当某区域的人员聚集密度超过预设的安全阈值,则进入预警流程。

[0014] 更进一步地,所述智能分析处理单元采用基于图像处理算法的密度估计算法从预处理后的数据中提取出与人员聚集相关的特征信息,其算法公式为:  $Density\ Estimate = f(Extracted\ Features, Model\ Parameters)$ , 其中,  $f$  表示密度估计模型,  $Extracted\ Features$ , 表示从预处理后的数据中提取的特征,  $Model\ Parameters$  表示模型的参数。

[0015] 更进一步地,所述智能分析处理单元采用支持向量机算法评估人员聚集的严重程度和潜在的安全风险,其计算公式为:

$$\min_{\alpha} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \alpha_i \alpha_j y_i y_j K(x_i, x_j) - \sum_{i=1}^N \alpha_i$$

, 其中,  $N$  是训练样本数量,  $x_i$  是

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0, \quad 0 \leq \alpha_i \leq C, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

第  $i$  个样本的特征向量,  $y_i$  是第  $i$  个样本的标签,  $K(x_i, x_j)$  是核函数, 用于计算样本间的相似度,  $C$  是正则化参数, 用于控制过拟合,  $\alpha_i$  是拉格朗日乘子, 利用训练好的支持向量机模型对提取的特征信息进行实时分类或回归, 以评估当前人员聚集的密度和安全风险等级。

[0016] 更进一步地,所述预警触发模块判断需要触发预警,智能分析处理单元立即生成预警信号,包括声光报警信号、短信通知、电子邮件警报,将预警信号发送至相关管理人员和安保人员的终端设备,以及校园广播系统、电子显示屏的公共发布平台,接收预警信号的人员需立即确认并采取相应的应对措施,包括前往现场查看、启动应急预案。

[0017] 更进一步地,所述疏散指导信息发布平台根据预警区域的具体情况,智能分析处理单元自动生成最优的疏散路径和方案,将疏散指导信息通过校园广播系统、手机APP、电子显示屏多种渠道进行发布,信息内容包括疏散路线、安全出口位置、注意事项的详细指导,在疏散过程中,根据实时的人员流动情况和现场反馈,智能分析处理单元可动态调整疏散指导信息。

[0018] 更进一步地,所述疏散指导信息发布平台采用Dijkstra算法自动生成最优的疏散路径,根据校园地图、实时人员分布、安全出口位置及障碍物分布信息,自动生成从当前位置到最近安全出口的最优疏散路径,其计算公式为:疏散路径P的计算可表达为寻找从起始节点S到安全出口节点T的最优路径问题:  $P = \arg \min_{p \in \text{all paths from } S \text{ to } T} \sum_{e \in p} w(e)$ , 其中,P表示要找到的最优路径,S和T分别是路径的起始节点和终止节点,all paths from S to T表示从节点S到节点T的所有可能路径,(e)表示路径中的边, $\sum_{e \in p} w(e)$ 表示路径P上所有边的权重之和。

[0019] 更进一步地,所述自学习与优化模块通过系统持续积累历史数据,包括每次预警事件的人员聚集情况、疏散效果、响应时间,利用积累的数据对人工智能算法模型进行训练和优化,提高预警准确率和疏散指导的有效性,包括调整模型参数、改进算法结构,同时支持远程对系统进行配置和更新。

[0020] 更进一步地,所述自学习与优化模块采用牛顿法对人工智能算法模型进行优化,具体地,初始化模型参数 $\theta_0$ 和设置优化算法的参数,在每次迭代中,利用雷达波探测模块收集的数据作为输入,计算当前模型参数 $\theta_t$ 下的目标函数 $J(\theta_t)$ 的梯度 $\nabla J(\theta_t)$ 和Hessian矩阵 $H_t$ ,根据牛顿法或其近似算法,计算更新方向,并更新模型参数 $\theta_{t+1}$ ,即 $\theta_{t+1} = \theta_t - H_t^{-1} \nabla J(\theta_t)$ 的操作,重复迭代,直至达到预设迭代次数或目标函数值收敛,系统通过不断积累历史数据,利用上述训练和优化过程,自动调整人工智能算法模型的参数。

[0021] 与现有技术相比,该一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统具备如下有益效果:

[0022] 一、本发明通过集成雷达波技术实时监测校区内的人员聚集情况,并在检测到异常聚集或潜在危险时,立即触发预警信号,这种智能化的预警机制极大地缩短了从异常检测到预警发布的时间,提高了预警的响应速度,同时,基于大数据分析和人工智能算法模型的优化,系统能够更准确地判断预警的必要性,减少误报和漏报,确保预警信息的准确性和可靠性。

[0023] 二、本发明通过智能分析处理单元在触发预警时自动生成最优的疏散路径和方案,疏散指导信息通过校园广播系统、手机APP、电子显示屏多种渠道进行发布,为师生提供了清晰、直观的疏散指引,在疏散过程中,系统还能根据实时的人员流动情况和现场反馈,动态调整疏散指导信息,确保疏散过程的安全有序,这种智能化的疏散指导机制,不仅提高了疏散效率,还降低了因恐慌或混乱而导致的安全事故风险。

[0024] 本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述,并且在某种程度上,基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的,或者可以从本发明的实践中得到教导。

## 附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图1为一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统流程操作图。

[0027] 图2为一种基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统的流程图。

### 具体实施方式

[0028] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

#### [0029] 实施例1

[0030] 本实施例详细阐述基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统中智能预警功能的实现过程,通过部署高精度、多频段的雷达波传感器,结合智能分析处理单元的人工智能算法,实现对校园内各区域人员聚集情况的实时监测与评估,并在超过预设安全阈值时自动触发预警信号,以保障校园安全。

[0031] 在校园内关键区域,包括教学楼、操场、食堂部署高精度、多频段的雷达波传感器,对雷达传感器进行初始化配置,包括设置扫描频率、探测范围、数据处理参数,以适应校园的具体环境和需求,确保雷达传感器不间断地扫描指定区域,收集人员分布、移动速度和方向的原始数据,并通过无线或有线方式传输至智能分析处理单元。

[0032] 智能分析处理单元接收来自雷达波探测模块的数据,进行初步的数据校验和同步处理,确保数据的完整性和一致性,利用信号处理算法对数据进行去噪、滤波、校准的预处理,以提高数据的质量和准确性,通过基于图像处理算法的密度估计算法从预处理后的数据中提取出与人员聚集相关的特征信息,其算法公式为:  $Density\ Estimate = f(Extracted\ Features, Model\ Parameters)$ , 其中,  $f$  表示密度估计模型,  $Extracted\ Features$ , 表示从预处理后的数据中提取的特征,  $Model\ Parameters$  表示模型的参数,采用支持向量机算法评估人员聚集的严重程度和潜在的安全风险,其计算公式为:

$$\min_{\alpha} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \alpha_i \alpha_j y_i y_j K(x_i, x_j) - \sum_{i=1}^N \alpha_i$$

, 其中,  $N$  是训练样本数量,  $x_i$  是

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i = 0, \quad 0 \leq \alpha_i \leq C, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

第  $i$  个样本的特征向量,  $y_i$  是第  $i$  个样本的标签,  $K(x_i, x_j)$  是核函数,用于计算样本间的相似度,  $C$  是正则化参数,用于控制过拟合,  $\alpha_i$  是拉格朗日乘子,利用训练好的支持向量机模型对提取的特征信息进行实时分类或回归,以评估当前人员聚集的密度和安全风险等级。

[0033] 当某区域的人员聚集密度  $\rho$  超过预设的安全阈值  $\rho_{threshold}$  时,智能分析处理单元立即生成预警信号,预警信号包括声光报警信号、短信通知、电子邮件警报,并通过校园广播系统、电子显示屏多种渠道发布,预警信号的触发逻辑表示为:

$$\text{预警} = \begin{cases} \text{是}, & \text{若 } \rho > \rho_{threshold} \\ \text{否}, & \text{否则} \end{cases}, \text{相关管理人员和安保人员的终端设备将接收到预警信号,}$$

需立即确认并采取相应的应对措施,包括前往现场查看、启动应急预案。

[0034] 综上所述,通过实施本实施例,校园内的人员聚集情况能够得到实时监控和有效预警,显著提升了校园安全管理水平,减少了因人员聚集引发的安全隐患,系统通过不断优

化算法模型,提高预警准确率和疏散指导的有效性,为校园安全提供了强有力的技术支持。

#### [0035] 实施例2

[0036] 本实施例详细阐述了基于雷达波技术的校区人员聚集检测系统中疏散指导信息发布平台的实现细节,该平台旨在智能预警触发后,快速生成最优疏散路径和方案,并通过多种渠道精准传达疏散指导信息,以确保师生在紧急情况下能够迅速、有序地撤离,有效避免踩踏安全事故。

[0037] 对于预警触发与响应,设 $D_i$ 为区域*i*的人员聚集密度, $T$ 为预设的安全阈值,当智能分析处理单元检测到 $D_i > T$ 时,触发预警信号,并立即启动疏散指导信息发布流程。

[0038] 对于疏散路径与方案生成,疏散路径的生成涉及复杂的地形和人流分析,可采用图论中的最短路径算法,即Dijkstra算法结合校园地图数据来实现,设 $G(V, E)$ 为校园地图的图表示,其中 $V$ 为节点集合(代表建筑物、道路交叉口), $E$ 为边集合(代表路径), $w(e)$ 为边 $e$ 的权重(可代表距离、时间或综合风险指标),疏散路径 $P$ 的计算可表达为寻找从起始节点 $S$ 到安全出口节点 $T$ 的最优路径问题: $P = \arg \min_{p \in \text{all paths from } S \text{ to } T} \sum_{e \in p} w(e)$ ,其中, $P$ 表示要找到的最优路径, $S$ 和 $T$ 分别是路径的起始节点和终止节点, $\text{all paths from } S \text{ to } T$ 表示从节点 $S$ 到节点 $T$ 的所有可能路径, $(e)$ 表示路径中的边, $\sum_{e \in p} w(e)$ 表示路径 $P$ 上所有边的权重之和。

[0039] 疏散指导信息通过校园广播系统、手机APP、电子显示屏多渠道发布,发布内容包括但不限于:疏散路线描述、安全出口位置、注意事项,在疏散过程中,系统利用实时数据动态调整疏散指导信息,设 $F(t)$ 为时间 $t$ 时的实时反馈数据,则动态调整可表示为:

新疏散路径 $= \arg \min_{p \in \text{updated paths}} \left( \sum_{e \in p} w(e) + \lambda \cdot f(F(t), p) \right)$ ,其中, $f(F(t), p)$ 是基

于实时反馈数据对路径 $P$ 的额外风险评估, $\lambda$ 为调整因子,管理人员和安保人员根据疏散指导信息迅速行动,同时系统收集疏散过程中的实时数据和师生反馈,疏散结束后,进行效果评估,优化算法和参数,提升系统性能,评估指标包括疏散时间、人员伤亡率、师生满意度。

[0040] 综上所述,通过实施本实施例,校园在面对人员聚集引发的安全隐患时,能够基于雷达波技术和智能算法快速生成并发布疏散指导信息,显著提高了疏散效率和安全性,降低了踩踏安全事故的风险,为校园应急管理提供了强有力的技术支持。

#### [0041] 实施例3

[0042] 在实施例1和实施例2的基础上该系统的步骤:

[0043] (1) 系统部署与初始化:在校园内选定关键区域安装高精度、多频段的雷达波传感器,确保覆盖全面且无死角,连接雷达波探测模块至智能分析处理单元,并进行系统硬件和软件的初始化设置,配置预警触发机制的参数,包括预设的安全阈值、报警方式及接收人员名单,集成校园广播系统、手机APP、电子显示屏疏散指导信息发布平台,确保信息能够准确、快速地传达给师生;

[0044] (2) 数据收集与实时监测:启动雷达波探测模块,对校园内各区域进行不间断扫描,实时获取人员分布、移动速度和方向数据,数据通过有线或无线方式传输至智能分析处理单元,进行初步处理与存储;

[0045] (3) 智能分析与预警触发:智能分析处理单元利用集成的人工智能算法,对雷达波



探测模块收集的数据进行实时处理与分析,自动识别并评估各区域的人员聚集密度,与预设的安全阈值进行比较,一旦发现某区域人员聚集密度超过安全阈值,立即触发预警机制,发出声光报警,并通过短信、电子邮件方式通知相关管理人员和安保人员;

[0046] (4) 疏散指导信息发布:根据预警区域的具体情况,疏散指导信息发布平台自动生成详细的疏散指导信息,包括疏散路线、安全出口位置、注意事项,通过校园广播系统播放紧急疏散广播,同时在手机APP和电子显示屏上发布疏散指导信息,确保师生能够及时获取并理解疏散指令;

[0047] (5) 疏散执行与反馈:师生根据疏散指导信息有序撤离至安全区域,系统记录疏散过程的数据,包括疏散时间、人员流动情况,为后续分析和优化提供依据,管理人员和安保人员根据实际情况调整疏散方案,确保疏散过程的安全和高效;

[0048] (6) 自学习与优化:系统不断积累历史数据,通过自学习算法优化模型,提高预警准确率和疏散指导的有效性,同时支持远程配置和更新,根据校园实际情况和季节变化进行灵活调整,确保系统的适应性和可靠性;

[0049] (7) 定期维护与检查:定期对雷达波传感器、智能分析处理单元及信息发布平台进行检查和维护,确保其正常运行和数据准确性,对系统进行性能评估,根据评估结果进行相应的优化和升级。

[0050] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

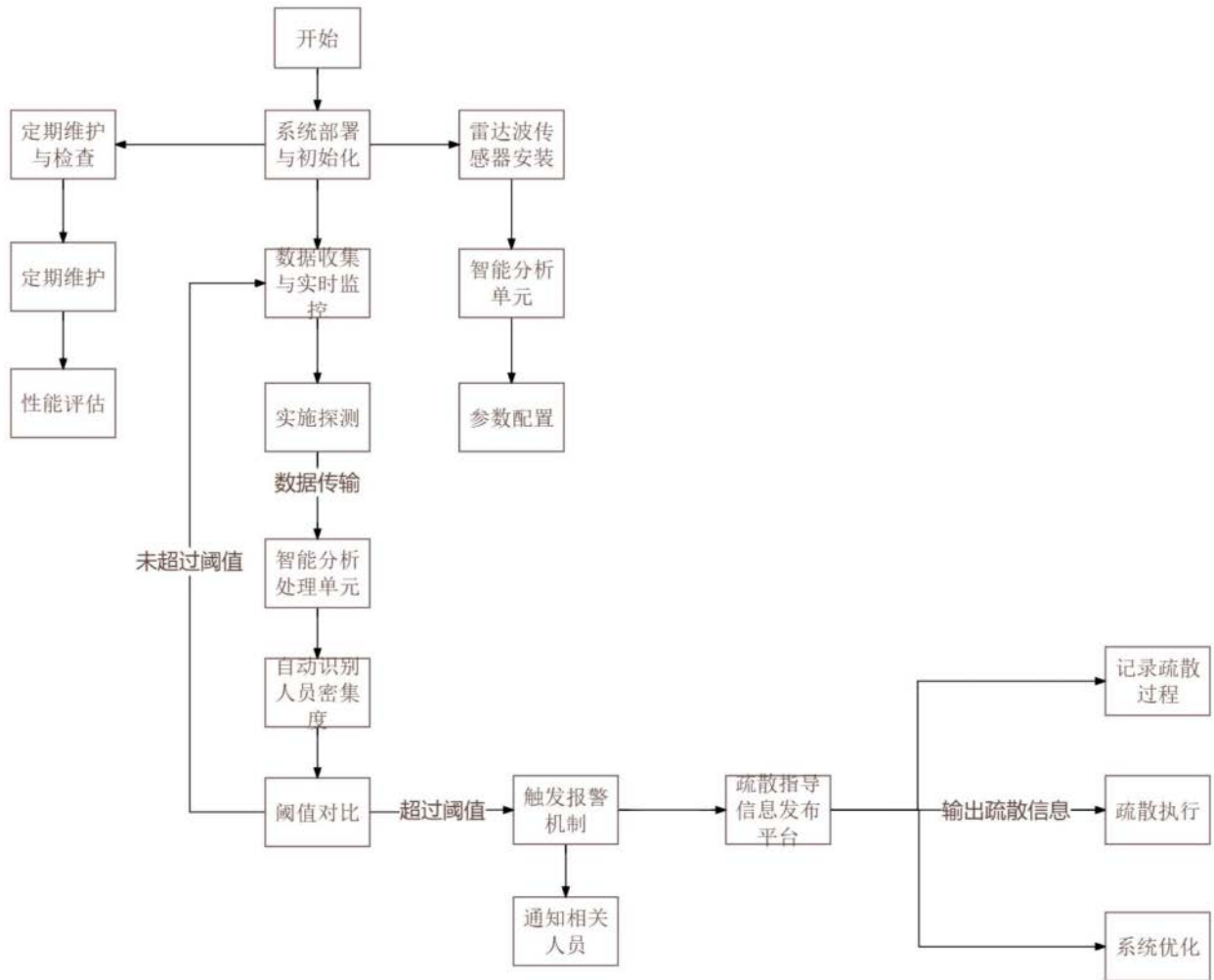


图1

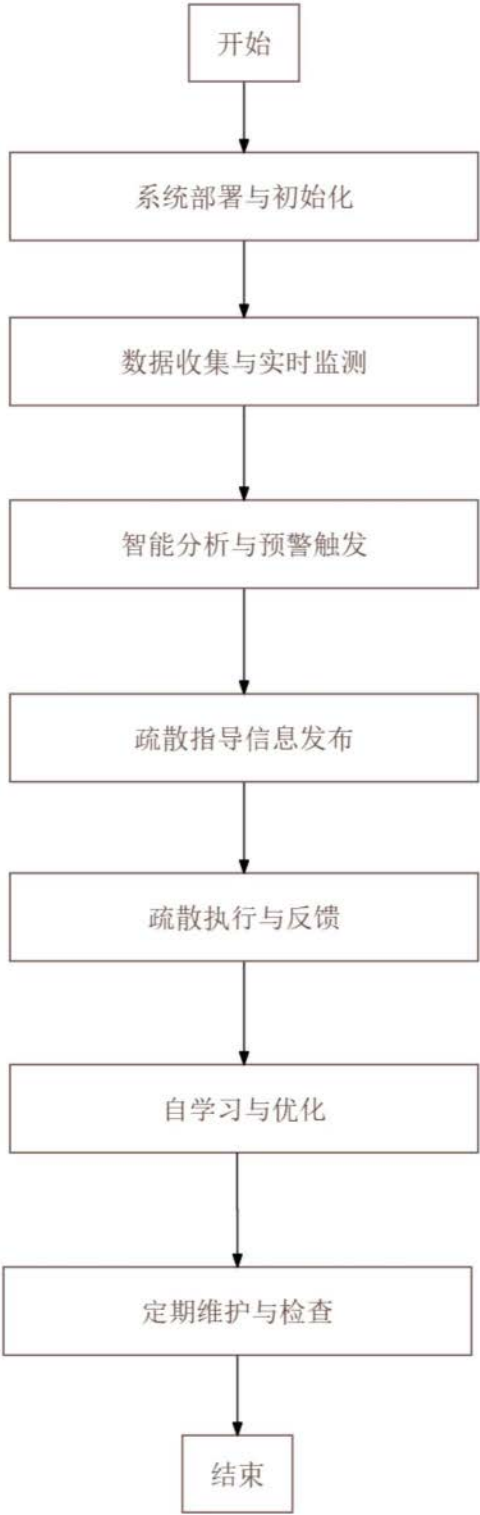


图2