

基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全 异常监控系统设计

罗 钢, 许珂乐

(咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 在智慧校园网络中, 监控系统无法准确捕获异常人员信息, 是造成公共安全事件的主要原因; 为提高智慧校园公共安全性, 设计基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统; 建立 6LoWPAN 网络, 并在其中规范协议栈堆叠形式, 完成基于 6LoWPAN 的智慧校园监控协议栈开发; 利用 6LoWPAN 协议栈, 划分功能性模块, 以此为基础, 建立人员信息采集模块、环境监测模块、门禁控制模块之间的连接关系, 实现异常监控系统的应用部件设计; 采用监控系统上位机节点, 设置各级部件结构的模块运行条件, 并联合相关应用部件, 实现基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统设计; 实验结果表明, 在同一帧图像中, 设计系统可以全部提取异常人员信息, 且不会出现错误提取的情况, 监控准确率高达 100%, 能够有效提高智慧校园公共安全性和异常监控准确性。

关键词: 6LoWPAN 网络; 智慧校园; 公共安全; 协议栈; 人员信息; 异常监控系统; 门禁控制; 上位机

Design of Public Security Anomaly Monitoring System for Smart Campus Based on 6LoWPAN

LUO Gang, XU Kele

(Xianyang Vocational & Technical College, Xianyang 712000, China)

Abstract: In smart campus networks, monitoring systems can not accurately capture abnormal personnel information, resulting in main reason of public safety incidents. To improve the public safety of smart campuses, a smart campus public safety anomaly monitoring system based on 6LoWPAN is designed. Establish the 6LoWPAN network, standardize the stacking form of the protocol stack, and develop a smart campus monitoring protocol stack based on 6LoWPAN. The 6LoWPAN protocol stack are used to divide functional modules, and based on this, the connection relationship between personnel information collection module, environmental monitoring module, and access control module is established to achieve the application component design of anomaly monitoring system. The upper computer nodes of the monitoring system are adopted to set the module operating conditions of various component structures, and combined with relevant application components, the smart campus public safety anomaly monitoring system based on 6LoWPAN is achieved. The experimental results show that in the same frame image, the designed system can extract all abnormal personnel information without any error extraction, with a monitoring accuracy of up to 100%, which can effectively improve the public safety and anomaly monitoring accuracy of smart campuses.

Keywords: 6LoWPAN network; smart campus; public safety; protocol stack; personnel information; abnormal monitoring system; access control; upper computer

0 引言

智慧校园是智慧化的校园环境, 按照智慧化标准进行校园建设, 在信息空间、物理空间保持有机衔接的情况下, 学生终端在任何时间、任何地点均能有效获取其所需的服务与资源。在传统校园网络的基础上, 智慧校园提供了完整的数字空间, 实现了从环境到信息、从资源到终端的完全数字化处理, 既可以保障资源与共享服务的稳定, 也能够拉近终端体系与客户端对象之间的链接距离, 从而促进

数据信息的快速传输^[1]。从宏观角度来看, 智慧校园是数字校园的进一步提升与发展, 是教育信息化的更高级表现形态。然而, 随着社会的发展和科技的进步, 智慧校园安全问题日益受到关注。智慧校园内可能存在各种潜在的安全风险, 如火灾、盗窃、欺凌等。因此, 对智慧校园公共安全异常进行监控具有重要意义。

杨斌等^[2]设计了面向 E 级超级计算机的轻量级端到端 I/O 性能监控系统。利用 E 级超级计算机, 完善轻量级端到端 I/O 性能监控流程, 在不修改应用代码/脚本的情况下,

收稿日期: 2023-07-18; 修回日期: 2023-08-22。

基金项目: 咸阳职业技术学院科研项目(2021KJB05; 2021KJB10)。

作者简介: 罗 钢(1982-), 男, 硕士, 讲师。

许珂乐(1983-), 女, 硕士, 副教授。

引用格式: 罗 钢, 许珂乐. 基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2024, 32(7): 126-132, 139.

控制整个数据访问过程, 在缓存异常人员信息的同时, 建立分布式网络环境, 使得校园网络主机能够准确下达 I/O 诊断指令, 从而实现了底层客户终端的管理与监控。袁远等^[3]设计了 E 级高性能计算机系统中监控分系统。分别从架构、网络、功能、运维 4 个角度, 构建了智慧校园网络设计模型, 在数据库主机中, 组建了多个 E 级终端体系, 便于网络主机对异常信息参数的快速分拣。然而, 随着智慧校园网络功能体系的不断完善, 上述系统无法保证对异常人员信息捕获的准确性。

6LoWPAN 是指 IPv6 over IEEE 802.15.4, 是基于 IPv6 所提出的低速型无线个域网。相较于其他类型的网络体系, 6LoWPAN 网络的低功率运行能力更强, 可以应用在较为局限的网络区域中, 且网络体系对于设备元件响应能力并没有提出过高的要求, 所以网络响应过程中, 设备元件的运行能力并不会对终端主机的稳定性造成影响, 这也是 6LoWPAN 网络所参与建设互连体系始终具有较强稳定性的主要原因^[4]。利用 6LoWPAN 网络的应用优势, 设计一种新型的智慧校园公共安全异常监控系统, 并通过对比实验的方式, 验证该系统在促进智慧校园网监控终端精准捕获异常人员信息方面的应用能力。

1 硬件系统中智慧校园监控协议栈开发

基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统总体设计结构如图 1 所示。

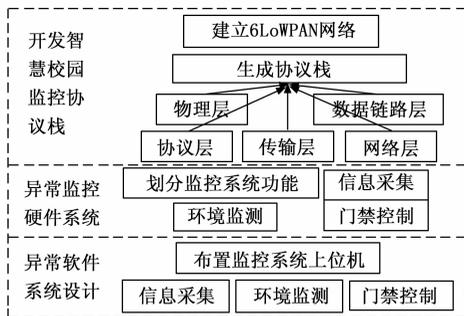


图 1 基于 6LoWPAN 的异常监控系统结构

由图 1 可知, 通过建立 6LoWPAN 网络, H-spec 网关接收 6LoWPAN 网络主机输出的监控信息, 并可以更改已录入数据样本的编码形式, 以保持信息的稳定传输。由此生成由物理层、数据链路层、协议层、传输层与网络层组成的协议栈, 物理层遵循 IEEE802.15.4MAC 协议, 负责监控信息的传输; 数据链路层遵循 IEEE802.15.4PHY 协议, 负责对监控信息进行加工和处理; 协议层连接物理层和传输层, 承担协议文本的传输和处理; 传输层携带 ICMP 和 UDP 两种类型的数据样本对象, 并根据传输类型调整协议栈机制的作用方式; 网络层由 IPv6 机制和 6LoWPAN 网络适配单元组成, 提供连接所需节点端口和调节网络信息融合标准的传输形式。并划分监控系统功能, 由信息采集模块、环境监测模块和门禁控制模块, 完成硬件系统设计, 布置监控系统上位机后, 基于信息采集、环境监测和门禁

控制技术实现软件系统设计。

智慧校园公共安全异常监控系统协议栈的开发, 是指在 6LoWPAN 网络的基础上, 生成监控所需的协议信息文本, 本章节将针对具体开发流程展开研究。

1.1 6LoWPAN 网络建立

在智慧校园公共安全异常监控系统中, 6LoWPAN 网络的建立是由 H+骨干网络机制发起的。H+骨干网络机制是 6LoWPAN 网络的核心部分, 由 H-spec 网关和 H-spec 接入点组成。H-spec 网关接收 6LoWPAN 网络主机输出的智慧校园公共安全异常信息, 并可以按照网络体系的运行需求, 更改已录入数据样本的编码形式, 从而使得信息参数能够保持较为稳定的传输状态^[5]。H-spec 接入点是 6LoWPAN 网络主机与监控信息管理基站的连接通路, 接入点保持连通状态时, H+骨干网络向外输出智慧校园公共安全异常信息, 且已输入数据样本会在监控信息管理基站中大量累积, 直至达到智慧校园公共安全异常监控系统数据库主机的额定存储条件。6LoWPAN 网络运行过程中, 主机元件同时生成 Native、HART、SCADA、OPC 等多种不同类型的网络信息融合标准, 且随着 H+骨干网络机制对于智慧校园公共安全异常信息识别能力的改变, 信息融合标准的作用形式也会不断变化, 且这些融合作用文本的目标传输位置也是监控信息管理基站^[6]。6LoWPAN 网络结构模型如图 2 所示。

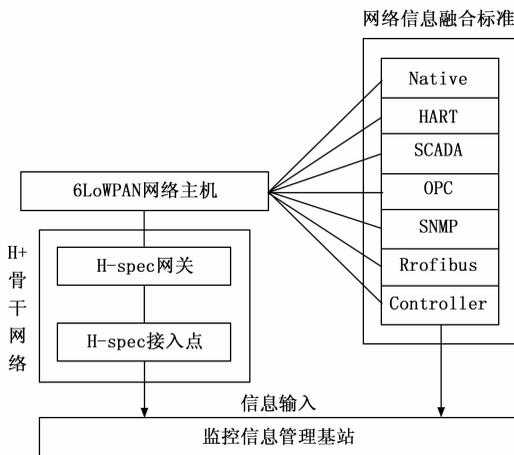


图 2 6LoWPAN 网络结构模型

6LoWPAN 网络只具有单向响应的能力, 监控系统运行过程中, 智慧校园公共安全异常信息的传输方向只能由网络主机终端指向监控信息管理基站终端, 且为保证系统主机对异常人员信息的准确捕获与处理能力, H+骨干网络机制对于信息对象的识别必须遵循 6LoWPAN 网络的实时运行状态。

1.2 6LoWPAN 网络内的协议栈生成

6LoWPAN 网络协议栈的开发采用 5 层模型, 其连接结构从上至下依次为物理层、数据链路层、协议层、传输层与网络层, 6LoWPAN 网络协议栈模型如图 3 所示。



图 3 6LoWPAN 网络协议栈模型

协议栈模型内各个层级结构的具体应用能力如下。

1) 物理层: 6LoWPAN 网络协议栈物理层结构的开发遵循 IEEE802.15.4MAC 协议。智慧校园公共安全异常监控信息文本在 IEEE802.15.4MAC 协议的作用下, 由 6LoWPAN 网络终端向着监控信息管理基站终端方向传输^[7]。

2) 数据链路层: 在 6LoWPAN 网络协议栈模型中, 数据链路层作为物理层的下级负载结构, 其开发遵循 IEEE802.15.4PHY 协议, 负责对 6LoWPAN 网络输出的智慧校园公共安全异常监控信息进行加工与处理。

3) 协议层: 协议层结构负载协议栈机制中所有可能出现的协议文本, 在 6LoWPAN 网络中, 起到承上启下的连接作用。

4) 传输层: 传输层结构搭载 ICMP、UDP 两种类型的数据样本对象, 能够根据 6LoWPAN 网络中智慧校园公共安全异常监控信息文本的传输类型, 更改协议栈机制的作用形式^[8]。

5) 网络层: 网络层结构由 IPv6 机制和 6LoWPAN 网络适配单元组成, 前者提供了 6LoWPAN 网络连接所需的所以节点端口, 后者负责协调 H+ 骨干网络所生成网络信息融合标准的负载形式。

在智慧校园公共安全异常监控系统中, 6LoWPAN 网络对于监控协议栈的开发遵循如下表达式:

$$O = \chi \frac{|\alpha \times \bar{I}|^2}{\hat{p}} \quad (1)$$

其中: χ 表示 6LoWPAN 网络的实时连接系数, \bar{I} 表示智慧校园公共安全异常监控信息的累积均值, α 表示协议栈共享参数, \hat{p} 表示 6LoWPAN 网络内的协议文本链接向量。6LoWPAN 网络生成的所有协议栈文本都直接约束智慧校园公共安全异常监控信息的传输编码形式, 所以在数据样本传输需求相同的情况下, 链接协议的定义格式有可能完全相同。

2 基于 6LoWPAN 协议栈的异常监控硬件系统设计

在 6LoWPAN 网络协议栈的基础上, 划分监控系统的功能模块, 联合人员信息采集、环境监测、门禁控制 3 类应用结构单元, 完成对智慧校园公共安全异常监控系统各级部件结构的设计。

2.1 监控系统功能模块划分

智慧校园公共安全异常监控系统的功能模块包括人员

信息采集模块、环境监测模块与门禁控制模块, 因此在划分模块结构连接形式时, 必须考虑各个模块运行主机之间的实时连接关系。在智慧校园公共安全异常监控系统中, 人员信息采集模块与环境监测模块之间的连接借助无线通信装置, 两个模块单元中同时包含 STM32 主控芯片, 在无线通信装置保持连续闭合的情况下, STM32 主控芯片中所记录的智慧校园公共安全异常监控信息会自动在两个模块结构中来回传输^[9]。环境监测模块发出异常信息报警时, 人员信息采集模块所捕获到的数据对象是监控系统所需处理的目标信息参量。人员信息采集模块与门禁控制模块之间的连接借助 Zigbee 控制设备, 后一类模块结构借助信道组织, 将获取到的门禁信息反馈至前一类模块结构中, 且整个运行过程中, 6LoWPAN 网络始终对智慧校园公共安全异常监控信息保持较强的识别敏感性, 因此摄像头装置所捕获到的学生信息与行为信息中与系统主机中的安全异常监控画面保持对应状态^[10]。智慧校园公共安全异常监控系统功能模块划分标准如图 4 所示。

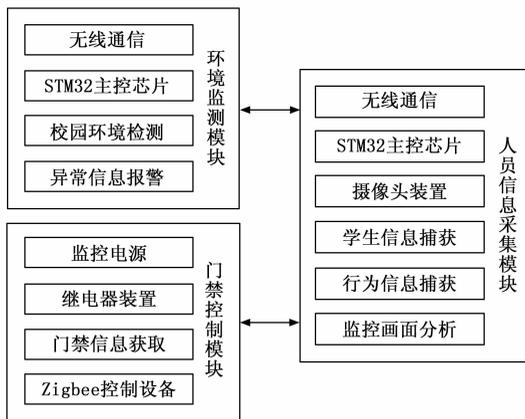


图 4 异常监控系统功能模块划分标准

6LoWPAN 网络同时管控人员信息采集模块、环境监测模块与门禁控制模块, 所以在划分智慧校园公共安全异常监控系统功能模块时, 各个模块单元的连接与响应等级完全相同。

2.2 智慧校园人员信息采集模块设计

人员信息采集模块是由多个信息采集引脚组成的监控系统应用部件, 可以通过转换智慧校园公共安全异常监控信息输入与输出行为的方式, 激发系统主机对异常人员信息的采集能力, 从而维持监控系统的运行稳定性^[11]。在智慧校园公共安全异常监控系统运行过程中, XLK、PWRN、RST、SIOD、GND 五类输入引脚连接于人员信息采集模块的 STM32 主控芯片中, 可以跟随监控系统运行状态的变化, 调节智慧校园网络终端在 6LoWPAN 核心网络环境中的响应形式; D0~D9、HREF、PCLK 三类输出引脚连接于人员信息采集模块的无线通信机制中, 能够在公共安全异常监控画面中提取关键图像数据, 并将其转换成同步信号的存储格式。人员信息采集模块的信息采集引脚说明如

表 1 所示。

表 1 人员信息采集模块的信息采集引脚说明

编号	信息采集引脚名称	引脚信息说明	引脚类型
1	XLK	监控系统的运行时钟信号	输入
2	D0~D9	公共安全异常监控画面的图像数据	输出
3	PWDN	智慧校园网络中的信息维稳	输入
4	HREF	监控信息同步信号	输出
5	RST	公共安全异常监控信息复位	输入
6	SIOD	智慧校园公共安全异常监控信息	输入
7	PCLK	监控画面像素时钟信号	输出
8	GND	异常监控信息采集	输入
9	VSYS	异常人员信息的帧同步时钟信号	输出

输出类信息采集引脚的连接数量虽然明显小于输入类信息采集引脚, 但由于智慧校园公共安全异常监控系统中, 输出数据样本的数量水平也远小于输入数据, 所以只要保证信息采集引脚接入行为的稳定性, 人员信息采集模块就可以实现对监控系统所采集到智慧校园公共安全异常数据的精准录入。

2.3 公共安全环境监测模块设计

环境监测模块负责监控智慧校园网络中的公共安全事件, 可以在接收 6LoWPAN 网络所下达监控指令的同时, 分析智慧校园环境中是否存在违反公共安全的异常性行为或异常人员信息, 从而使监控系统始终保持较为稳定的运行状态。与人员信息采集模块不同, 环境监测模块的设计不需借助信息采集引脚, 可以在无线通信、STM32 主控芯片等元件结构的作用下, 检测校园环境, 且由于模块内包含晶振板、88W8782 芯片、检测固件等设备结构, 所以在人员信息不符合智慧校园公共安全条件时, 该模块会发出异常信息告警指令, 以便于监控系统能够在较短时间内完成对 6LoWPAN 网络监测需求的响应^[12-13]。晶振板为环境监测模块接入智慧校园公共安全异常监控系统, 提供了基础链接保障, 其上部负载的 STM32 主控芯片、88W8782 芯片与无线通信装置将 6LoWPAN 网络分割成多个独立部分, 且校园环境检测固件、异常信息告警元件在响应监控指令时的链接等级并不相同, 所以即便是在智慧校园公共安全异常监控信息累积量极大的情况下, 环境监测模块也不会出现运行迟缓的连接行为^[14]。环境监测模块的模拟模型结构如图 5 所示。

在智慧校园环境中, 存在违反公共安全标准的事件时, 6LoWPAN 网络会采集到一定量的异常人员信息, 而这些数据信息参量是导致环境监测模块发出告警指令的主要原因。

2.4 校园公共安全的门禁控制模块设计

校园公共安全门禁控制模块由 6LoWPAN 网络主控器、智慧校园服务器、安全闸机设备、门禁摄像装置等多个元件共同组成。6LoWPAN 网络主控器负载门铃、GPRS 导航、安全闸机设备与异常信息显示元件。智慧校园环境中

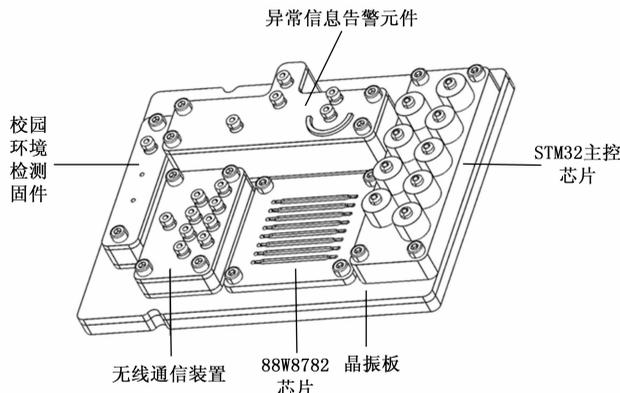


图 5 环境监测模块的模拟模型结构

若不存在公共安全事件时, 监控系统则不会捕获到异常人员信息, 当前情况下, 门铃表现为非连接状态, 公共安全环境监测模块的告警元件也就不会输出告警指令^[15-16]。智慧校园公共安全异常监控系统对于异常人员信息的记录参考 GPRS 导航元件的连接状态, 在监控公共安全异常行为时, GPRS 导航元件所获取人员信息全部来源于 6LoWPAN 网络主控器。安全闸机设备控制异常人员信息的录入与输出行为, 智慧校园公共安全异常监控系统运行过程中, 信息参量数据的传输必须借助安全闸机设备。异常信息显示元件中数据样本的存在状态描述了监控系统所捕获到异常人员信息的表现形式, 在 6LoWPAN 网络主控器设备的调度作用下, 所得数据信息参量的传输行为完全符合智慧校园服务器部件的调度需求。校园公共安全门禁控制模块布局结构如图 6 所示。

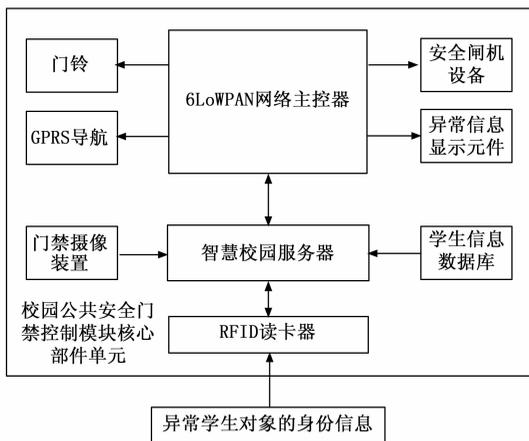


图 6 校园公共安全门禁控制模块布局结构

在门禁控制模块中, 智慧校园服务器负载 RFID 读卡器元件, 后者所读取到的异常学生对象身份信息, 会在服务器结构中暂存寄存, 直到其累积量达到既定数值标准后, 系统监控主机可以直接在 6LoWPAN 网络主控器中提取到所有的信息样本对象。

3 公共安全异常监控软件系统设计

针对人员信息采集、环境监测、门禁控制 3 类应用结构单元, 布置智慧校园公共安全异常监控系统上位机, 并

以此为基础，设计满足 6LoWPAN 网络运行需求的应用软件服务。

3.1 布置监控系统上位机

监控系统上位机是智慧校园公共安全异常监控系统中执行监控指令的节点对象。布置监控系统上位机的主要目的是完成 6LoWPAN 网络下发到智慧校园环境中的公共安全异常监控指令，且为满足 6LoWPAN 网络对异常人员信息的精准捕获需求，监控系统对于提取所得的异常学生身份信息同时进行请求提交、视图控制等多项处理^[17]。智慧校园公共安全异常监控系统上位机布置原则如图 7 所示。

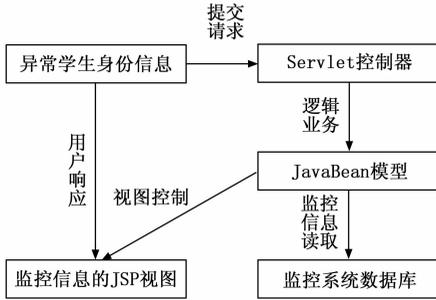


图 7 智慧校园公共安全异常监控系统上位机布置原则

智慧校园公共安全异常监控系统对于监控系统上位机的设置还必须满足一致性原则。所谓一致性，是所有监控系统上位机节点接受 6LoWPAN 网络的统一调度，人员信息采集模块、环境监测模块、门禁控制模块在同一上位机节点处的连接形式完全相同^[18]。设定 δ 表示随机上位机节点处的监控模块链接参数，其定义式如下：

$$\delta = \frac{\sqrt{2 \ln \left(\frac{1}{\beta \times U} \right) |\Delta Y|}}{u} \quad (2)$$

式中， U 表示异常学生身份信息响应参数， β 表示基于 6LoWPAN 网络的异常监控信息取样系数， ΔY 表示智慧校园公共安全异常监控信息的单位累积量， u 表示符合公共安全事件定义标准的数据样本筛选参数。

联立公式 (1)、公式 (2)，可将公共安全异常监控系统监控系统上位机布置表达式定义为：

$$R = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{O}_{\epsilon}^2}} \int_{\tau=1}^{+\infty} f(\tilde{y}_{\epsilon})^{-\langle \tau \rangle} d\tilde{y}_{\epsilon} \quad (3)$$

式中， ϵ 表示 6LoWPAN 网络中的监控信息编码系数， $f(\tilde{y}_{\epsilon})$ 表示监控系统上位机节点对智慧校园公共安全异常信息的取样特征函数， ϵ_{τ} 表示监控信息共享参数， \bar{E} 表示异常监控信息在 6LoWPAN 网络中的传输均值。由于监控系统上位机节点的定义必须满足智慧校园公共安全异常监控信息的传输需求，所以在监控信息传输行为较为密集的情况下，节点与节点之间的间隔距离也就相对较小。

3.2 采集智慧校园人员信息

采集智慧校园人员信息是针对人员信息采集模块所定义的运行程序文本，主要负责采集监控系统所捕获到的异常人员信息。满足采集智慧校园人员信息提取需求的异常

人员信息包括学生身份信息、人脸信息、行为信息等多种类型，对于监控系统而言，这些信息参量存储在不同的数据库主机中，且 6LoWPAN 网络在单位运行周期内，并不会调度两种不同类型的信息参量^[19-20]。

在监控系统上位机节点内，对于采集智慧校园人员信息向量的定义如公式 (4) 所示。

$$W = R^2 \varphi \left(-\frac{\hat{q}}{2\gamma} + \bar{e} \right) \quad (4)$$

式中， φ 表示单位运行周期内 6LoWPAN 网络对于异常人员信息的取样系数， \hat{q} 表示异常人员信息的传输特征， γ 表示采集模块中的运行程序文本定义项， \bar{e} 表示异常人员信息的采集特征。

利用公式 (4)，推导采集智慧校园人员信息的运行表达式为：

$$Q = \frac{\left[1 + \exp \left(\left| \frac{W}{\varphi A_0} \right|^2 \right) \right]}{2} \quad (5)$$

式中， φ 表示异常人员信息监控系数， A_0 表示采集智慧校园人员信息的响应基准值。在监控系统上位机节点的作用下，采集智慧校园人员信息在捕获异常人员信息时，还要考虑智慧校园公共安全事件的行为强度，通常情况下，安全事件的行为等级越高，采集模块对于异常人员信息的取样标准就越严格。

3.3 监测公共安全环境

监测公共安全环境是针对环境监测模块所定义的运行程序文本，负责感知智慧校园体系中可能造成公共安全事件的异常性监控信息。与智慧校园人员信息采集模块不同，环境监测模块在采集信息参量时所遵循的条件相对较为宽泛，无论目标信息是否真的会引发校园公共安全事件，只要监控设备将其认定为异常性信息，就可以得到环境监测模块的定向化采集与取样^[21-22]。此外，监测公共安全环境，还要求在信息取样过程中，6LoWPAN 网络内的信息样本实时存储量不能超过其额定存储上限。

对于监测公共安全环境运行表达式的定义遵循如下流程。

1) 智慧校园环境中的公共安全事件异常行为监控项：

$$S = \frac{1}{\epsilon} \sum_{a \neq c}^{+\infty} \frac{|d_a^2 - d_c^2|_{a \neq c}}{\eta \times Q} \quad (6)$$

式中， ϵ 表示公共安全事件异常行为监测系数， a 、 c 表示两个不相等的异常行为风险性强度， d_a 表示基于参数 a 的智慧校园人员信息风险项监控参数， d_c 表示基于参数 c 的智慧校园人员信息风险项监控参数， η 表示公共安全事件异常监控信息在 6LoWPAN 网络中的传输效率。

2) 监测公共安全环境指征：

$$D = f \times S \times \frac{\tilde{h}}{g} \quad (7)$$

式中， f 表示监测公共安全环境信息的定向化采集系数， \tilde{h} 表示智慧校园环境中的监测模块运行参数， \vec{g} 表示智慧校园公共安全异常行为的实时监控向量。

3) 监测公共安全环境运行表达式:

$$G = \sqrt{(\kappa + 1)^2 D + \bar{H}^2} \quad (8)$$

式中, κ 表示环境监测模块链接系数, \bar{H} 表示智慧校园网络中公共安全异常监控信息的取样特征。若智慧校园环境中, 不存在可能导致公共安全异常行为的人员信息, 那么 6LoWPAN 网络也就无法捕捉到满足监控需求的数据对象, 当前情况下, 监测公共安全环境在单位监控周期内所能定义的数据样本总量也就相对较少。

3.4 控制校园公共安全门禁

控制校园公共安全门禁是针对门禁控制模块所定义的运行程序文本, 在智慧校园环境中, 该模块负责协调异常人员对象的进出行为, 以便于主机元件对公共安全异常行为进行监控。在智慧校园环境中, 6LoWPAN 网络驱动控制校园公共安全门禁采集异常监控信息时, 要求数据库主机中异常人员信息的实时存储量不可以为零^[23-24]。对于校园公共安全门禁控制模块运行表达式的求解如公式 (9) 所示。

$$L = \left| \lambda \times \frac{\bar{j}}{k^2} \right| \times G \times \sqrt{\frac{1}{Z}} \quad (9)$$

其中: λ 表示异常人员信息导入参数, \bar{j} 表示智慧校园环境中公共安全异常信息的监控取样特征, k 表示校园公共安全门禁信息示例系数, \bar{Z} 表示 6LoWPAN 网络对校园公共安全门禁信息的实控向量。在 6LoWPAN 网络的配合下, 对应各级应用部件, 设计必要执行模块, 从而满足系统主机对智慧校园公共安全异常信息的实时监控需求。

4 实验分析

为验证设计的基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统的有效性, 采用端到端 I/O 性能监控与分析诊断系统 (文献 [2] 系统)、E 级高性能计算机系统上的监控分系统 (文献 [3] 系统) 作为对比系统, 设计如下对比实验。

4.1 实验环境

在智慧校园网络中, 截取校园公共安全事件监控图像作为实验对象, 如图 8 所示。



图 8 校园公共安全事件监控图像

将图 7 所示图像导入 WCFSolution 软件中, 分析其中所包含人员信息及异常人员信息的具体数量, 将长时间停留在不正常或不允许的地方、携带大量物品、大规模人员集聚等情况设定为异常对象。监测结果如图 9 所示。

分析图 9 可知, 在校园公共安全事件监控图像中, 人员总数量为 10 人、异常人员数量为 5 人。



(a) 人员信息



(b) 异常人员信息

图 9 校园公共安全事件监控图像分析

异常人员信息在监控系统所捕获图像中的占比率计算公式如下:

$$\sigma = \frac{M_1}{M_0} \times 100\% \quad (10)$$

其中: M_1 表示异常人员数量, M_0 表示人员总数量。

根据公式 (10) 可知, 异常人员信息在监控系统所捕获图像中的占比率为 50%。在实验过程中, 如果异常人员信息占比率计算结果与上述计算结果相同, 那么表示当前所应用系统的监控准确性较高; 如果异常人员信息占比率计算结果小于上述计算结果或存在异常人员信息错误提取情况, 那么表示当前所应用系统的监控准确性较低。

本次实验分别在 WCFSolution 软件中, 输入基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统 (实验组)、端到端 I/O 性能监控与分析诊断系统 (A 对照组)、E 级高性能计算机系统上的监控分系统 (B 对照组) 的执行程序, 记录不同系统对异常人员信息的监控准确性。

4.2 数据分析

本次实验根据所应用系统对异常人员信息的提取能力, 判断设计系统的监控准确性。

实验组、A 对照组、B 对照组的具体实验情况如图 10 所示。

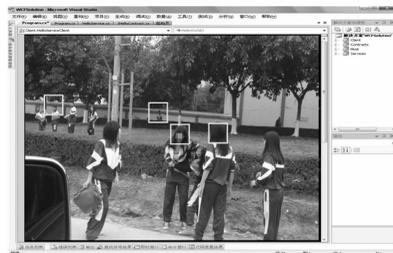
根据图 10 所示实验结果, 计算实验组、A 对照组、B 对照组监控系统作用下, 异常人员信息在监控系统所捕获图像中的占比率数值, 具体实验结果如表 2 所示。

表 2 监控准确性分析

不同系统	人员总数量/人	异常人员数量/人	占比率/%	是否存在错误提取	准确率/%
实验组	10	5	50	否	100
A 对照组	10	4	40	是	80
B 对照组	10	3	30	是	60



(a) 实验组



(b) A对照组



(c) B对照组

图 10 异常人员信息监控

分析表 2 可知, 在监控图像中人员总数保持不变的情况下, 实验组所得异常人员信息占比率计算结果与实验情况相同, 且在实验过程中, 不存在人员信息错误提取的情况, 监控准确率高达 100%。而 A 对照组和 B 对照组所得异常人员信息占比率计算结果均小于实验情况, 且在实验过程中, 均存在错误提取人员信息的情况。由此可知, 实验组的监控准确性较高。由此可知, 在基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统下, 异常人员信息能够被准确地提取出来, 而且没有出现错误提取的情况。因此, 该系统具有较高的监控准确性, 相比于对照组的实验分析结果, 设计系统能够有效解决智慧校园网络中由于异常人员信息提取错误而导致的公共安全问题。

5 结束语

为了提高智慧校园公共安全, 设计了基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统, 在 6LoWPAN 网络模型的基础上, 构建协议栈单元, 联合门禁控制模块、环境监测模块、门禁控制模块, 完成对监控系统上位机的按需布置。通过实验验证了设计系统可将异常人员信息全部提取出来, 且不会出现错误提取的情况, 有效提高了智慧校园公共安全, 符合实际应用需求。然而本次实验仅截取一幅校园公共安全事件监控图像作为实验图像, 可能会存在一定的局限性。在未来的研究当中, 会增加实验图像的

数量, 使用多个具有不同特征和情况的图像, 以进一步验证设计系统的异常人员信息提取能力, 保障校园的安全性。

参考文献:

- [1] 黄艳, 周洪宇, 郝晓雯, 等. 教育强国视角下智慧校园建设评价指标体系研究 [J]. 现代教育管理, 2021 (4): 75-82.
- [2] 杨斌, 王敬宇, 刘世超, 等. Beacon~+: 面向 E 级超级计算机的轻量级端到端 I/O 性能监控与分析诊断系统 [J]. 计算机工程与科学, 2022, 44 (9): 1521-1531.
- [3] 袁远, 李世杰, 邢建英, 等. E 级高性能计算机系统中监控分系统的挑战与设计 [J]. 计算机工程与科学, 2021, 43 (8): 1366-1375.
- [4] 冯涛, 崔炳德, 辛晨, 等. 6LoWPAN 网络中基于非协作博弈算法的能效拥塞策略 [J]. 火力与指挥控制, 2021, 46 (4): 157-161.
- [5] 王宝亮, 代佳增. 6LoWPAN 网络中移动集群的边缘认证切换方法 [J]. 计算机仿真, 2022, 39 (3): 371-376.
- [6] 杨冬锋, 李绍伟, 刘晓军, 等. 基于 GRU 网络的柔性直流配电线路保护方案 [J]. 电网技术, 2021, 45 (10): 3885-3896.
- [7] 尹震宇, 许鹏, 徐福龙. 基于 FPGA SoC 的 EtherCAT 协议栈设计与实现 [J]. 小型微型计算机系统, 2022, 43 (8): 1751-1755.
- [8] 孙汉, 杨亚联, 周林, 等. 基于正则表达式与二叉树的 DBC 网络协议解析方法 [J]. 重庆大学学报, 2022, 45 (8): 78-86.
- [9] 汪光森, 王佐, 王康, 等. 基于 FPGA 的多功能双正交编码模拟模块开发 [J]. 海军工程大学学报, 2022, 34 (4): 75-79.
- [10] 郑玉彬, 宋杰, 刘津彤, 等. 基于 Copula 量化解析结构模型的复杂系统模块分类 [J]. 吉林大学学报 (工学版), 2022, 52 (6): 1281-1291.
- [11] 邓小雷, 陈昱坤, 郭术鹏, 等. 数控机床多源异类信息采集测试试验及平台搭建 [J]. 光学精密工程, 2022, 30 (12): 1440-1451.
- [12] 钱奇, 闫海峰, 唐伟宁, 等. 基于分布式技术的用电信息采集主站系统设计与应用 [J]. 电力系统自动化, 2021, 45 (23): 170-178.
- [13] 滕洪钊, 邓朝晖, 吕黎曙, 等. 多传感器信息融合的加工过程状态监测研究 [J]. 机械工程学报, 2022, 58 (6): 26-41.
- [14] 闫书法, 朱元宸, 陶磊, 等. 基于信息熵的机械传动油液光谱监测数据选择方法 [J]. 光谱学与光谱分析, 2022, 42 (8): 2637-2641.
- [15] 毛晓波, 徐向阳, 李楠, 等. 基于改进 SSD 和 Jetson Nano 的口罩佩戴检测门禁系统 [J]. 郑州大学学报 (工学版), 2021, 42 (6): 85-92.
- [16] 楼陈哲, 夏颀, 张文君, 等. 基于 EAIDK310 和 OneNET 云平台的非接触式智能门禁系统 [J]. 电子技术应用, 2022, 48 (5): 89-93.
- [17] 邢志伟, 刘洪恩, 李彪, 等. 基于时空关联网络的机场机位运行过程建模 [J]. 系统工程与电子技术, 2021, 43 (3): 722-730.

(下转第 139 页)