

# Construction of an Intelligent Monitoring System for Library Seat Resources Based on ZigBee and Face Recognition

Yiwen Wang

Zhongxin Yizhi School of Network Engineering, Haikou University of Economics, Haikou, Hainan, 571127, China

## Abstract

With the continuous advancement of technology in the current digital era, traditional manual management methods are often unable to meet the complex seat management needs of libraries. This project integrates ZigBee technology with face recognition technology, leveraging the low-power consumption and self-organizing network characteristics of ZigBee technology, as well as the accuracy and efficiency of face recognition technology, to achieve efficient monitoring of library seats and provide a brand-new solution for library seat management. This technological integration not only enables real-time monitoring of seat status, but also achieves accurate identification of reader identities, realizes personalized seat allocation and detection of rule violations. Thereby, it improves seat utilization efficiency, optimizes the learning environment for readers, and enhances the management level of libraries.

## Keywords

ZigBee Technology; Face Recognition; Monitoring

# 基于 ZigBee 与人脸识别的图书馆座位资源智能监控体系构建

王宜文

海口经济学院中芯依智网络学院, 中国·海南海口 571127

## 摘要

随着科技的不断进步,在当今数字化时代,传统的人工管理方式往往难以满足复杂的图书馆座位管理需求。本项目将 ZigBee 技术与人脸识别技术相融合,利用 ZigBee 技术的低功耗、自组网特性与人脸识别技术的准确性、高效性相结合,实现对图书馆座位的高效监控,为图书馆座位管理提供了全新的解决方案。这种技术融合不仅可以实时监测座位状态,还能精准识别读者身份,实现个性化座位分配和违规行为监测,从而提高座位利用率,优化读者学习环境,提升图书馆的管理水平。

## 关键词

ZigBee技术; 人脸识别; 监控

## 1 引言

随着教育的发展和高校招生规模的扩大,图书馆作为学生学习的重要场所,座位资源的需求日益增长。然而,传统的座位管理方式存在效率低下、占座现象严重、资源浪费等问题。因此,构建一个高效、智能的图书馆座位资源监控体系显得尤为迫切。本文的研究的主要意义是通过将 ZigBee 技术与人脸识别技术相结合,构建一个智能监控体系,以解决当前图书馆座位管理中存在的问题。具体而言,

该体系旨在实现对图书馆座位资源的实时监控、精准的身份认证、个性化座位分配和违规行为监测,提高座位利用率,优化读者学习环境,提升图书馆的管理水平。

## 2 国内外研究现状和研究意义

在国内外,随着高校图书馆的发展和智能化建设的推进,图书馆座位资源管理问题也日益受到重视。一些高校图书馆已经开始尝试引入先进的技术手段来解决座位管理问题。

在国内,图书馆引入了视频监控系统对图书馆座位的监控,但是还需要图书管理员对视频监控中的座位进行实时监督,确保图书馆位置不被长期占用,效率低下。在国外,部分高校图书馆利用 ZigBee 技术实现了对图书馆环境参数的监测,如温度、湿度等,以提高读者的舒适度。在座位管理方面,虽然尚未广泛应用 ZigBee 技术进行座位状态监测,

【基金项目】2024 年海口经济学院校级科学研究项目(项目编号: HJKY(YB)24-25)。

【作者简介】王宜文(1986-),男,黎族,中国海南海口人,硕士,讲师,从事计算机网络、系统集成研究。

但一些类似的无线传感器网络技术已被用于图书馆的资产管理和图书定位等方面。例如,美国某大学图书馆采用了基于 RFID 技术的资产管理系统,通过无线信号实现对图书和设备的实时跟踪和管理。这为 ZigBee 技术在座位管理中的应用提供了一定的参考。

在人脸识别技术方面,国外一些先进的图书馆已经开始将人脸识别技术应用于读者身份认证和门禁管理中。例如,欧洲某国家的图书馆采用了人脸识别门禁系统,读者只需刷脸即可进入图书馆,提高了进入效率和安全性。同时,一些图书馆还将人脸识别技术与图书馆的借阅系统相结合,实现了自助借还书等功能。然而,将人脸识别技术与座位管理深度融合的案例相对较少。

综上所述,国内外在图书馆座位资源管理方面都进行了一定的探索和研究,并且在 ZigBee 技术和人脸识别技术的应用方面也取得了一些成果。然而,目前将 ZigBee 与人脸识别技术相结合应用于图书馆座位资源智能监控体系的研究还相对较少。同时,国内外的研究也为我们提供了宝贵的经验和借鉴,我们可以在现有研究的基础上,进一步探索和创新,不断完善基于 ZigBee 与人脸识别的图书馆座位监控体系,为读者提供更加优质的服务和学习环境。

随着教育的发展和高校招生规模的扩大,图书馆作为学生学习的重要场所,座位资源的需求日益增长。然而,传统的座位管理方式存在效率低下、占座现象严重、资源浪费等问题。因此,构建一个高效、智能的图书馆座位资源监控体系显得尤为迫切。

本文的研究的主要意义是通过将 ZigBee 技术与人脸识别技术相结合,构建一个智能监控体系,以解决当前图书馆座位管理中存在的问题。具体而言,该体系旨在实现对图书馆座位资源的实时监控、精准的身份认证、个性化座位分配和违规行为监测,提高座位利用率,优化读者学习环境,提升图书馆的管理水平。

## 3 研究的主要内容

### 3.1 利用 ZigBee 实现座位状态监测

ZigBee 技术在图书馆座位资源监控中发挥着重要作用。以下将具体说明 ZigBee 如何实时监测座位状态。

#### 3.1.1 传感器节点的部署

在图书馆座位区域,传感器节点的合理布局至关重要。可以将 ZigBee 传感器节点安装在每个座位的下方或侧面,以便准确地检测座位的使用状态。例如,对于图书馆的自习室,可以按照一定的间隔均匀地布置传感器节点,确保每个座位都能被有效地监测到。对于图书馆的阅览室,可以根据座位的分布情况,在不同的区域合理部署传感器节点,以提高监测的准确性和全面性。

#### 3.1.2 座位占用检测

在一个具体的图书馆座位管理系统中,安装在座位上的

的 ZigBee 终端节点包含热释红外传感器和压力传感器。当热释红外传感器检测到人体红外线且压力传感器检测到一定压力值时,ZigBee 终端节点会将座位占用信号发送给 ZigBee 协调器。如果仅有热释红外传感器检测到信号而压力传感器未检测到压力,系统会进行进一步判断,可能是有人短暂经过或者放置物品在座位上,而不是真正的座位占用。

#### 3.1.3 数据传输与处理

ZigBee 传输座位状态数据的过程大致如下:当 ZigBee 终端节点检测到座位状态变化后,会将座位状态信息封装成 ZigBee 网络层数据帧。对于支持信标的协调器,终端节点首先监听网络信标帧,找到信标帧后与超帧结构同步,在适当的时间将数据帧发送给协调器。协调器接收到数据后向终端节点回复一个 ACK 表示成功接收。对于不支持信标的协调器,终端节点直接将数据发送给协调器,协调器收到数据时给终端节点回复 ACK。数据帧到达协调器后,经过 MAC 层处理,进行帧检测、解密和解析等操作。然后,数据帧最终到达目的应用程序,进行解析和处理。在这个过程中,ZigBee 网络采用多跳路由方式,数据帧可以通过路由器节点进行转发,实现数据的远距离传输。

## 3.2 人脸识别在图书馆座位监控中的应用

### 3.2.1 人脸数据库建立

建立图书馆读者的人脸数据库是实现人脸识别在图书馆座位管理中应用的重要基础。图书馆可以引导读者通过特定的渠道进行人脸信息采集完成人脸数据库的建立。例如,师生读者在学校一卡通管理中心已经注册个人信息后,通过 APP 自行完成人像采集。具体步骤包括下载校园 APP,点击绑定校园卡,输入姓名、学工号、校园卡密码进行确认,然后点击人脸采集,确认信息无误后通过自拍或者相册上传照片,最后提交照片即可完成人像采集。

### 3.2.2 身份验证流程

当读者进入图书馆时,安装在图书馆入口处的摄像头会自动捕捉读者的面部图像。然后,系统利用 AdaBoost 算法等先进的人脸检测算法对采集到的图像进行人脸检测。如果检测到人脸,系统将进一步提取人脸特征,并与已建立的人脸数据库中的信息进行比对。只有身份验证通过的读者才能使用图书馆的座位资源。下图为身份验证流程图。

### 3.2.3 违规行为检测

人脸识别技术在图书馆座位管理中可以有效识别如占座等违规行为,并进行相应处理。当读者通过人脸识别系统验证身份后进入图书馆,如果在一段时间内该读者未在其预定座位上出现,系统可以判断为可能存在占座行为。例如,设定读者在验证身份后的 45 分钟内未在座位上出现,则系统判定为占座行为。一旦检测到占座行为,系统可以自动向该座位发送提醒信息,如在座位旁的电子显示屏上显示“请确认是否占座,若未使用请及时释放座位”等提示语。如果

在一定时间内（如 10 分钟）读者仍未回应，系统可以自动释放该座位，供其他读者使用。

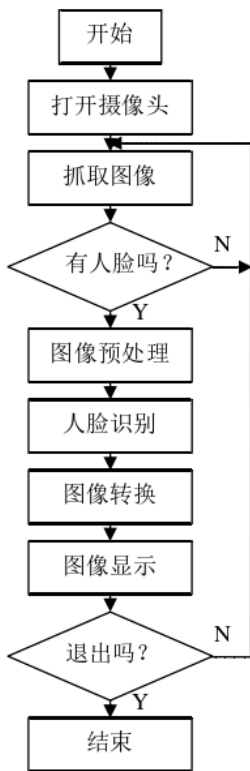


图 1 身份认证流程图

### 3.3 ZigBee 与人脸识别结合

ZigBee 与人脸识别技术的结合，极大地提升了图书馆座位监控系统中数据的准确性。ZigBee 技术通过传感器节点能够实时、准确地采集座位的使用状态信息，无论是座位是否被占用，还是占用的时间长短等数据都能精准获取。而人脸识别技术则可以准确识别读者的身份信息，确保只有合法的读者才能使用座位资源。例如，在实际应用中，当读者进入图书馆并通过人脸识别验证身份后，ZigBee 传感器节点会同时对该读者所使用的座位状态进行监测。这样一来，系统可以明确地将特定读者的身份与具体的座位使用状态对应起来，避免了因身份不明或座位状态误判而导致的数据不准确问题。

ZigBee 与人脸识别技术在结合过程中确实面临着一些兼容性挑战。首先，两种技术来自不同的领域，其通信协议和数据格式可能存在差异。解决这一问题的思路可以从以下几个方面入手。

#### 3.3.1 建立统一的数据接口标准

通过制定标准化的数据接口，使得 ZigBee 网络和人脸识别系统能够顺利地进行数据交换。例如，可以参考现有的物联网标准，制定适用于图书馆座位监控系统的专用数据接口规范。

#### 3.3.2 进行技术整合和优化

研发团队可以对两种技术进行深入研究，找出它们之

间的共性和差异，然后进行针对性的优化和整合。例如，可以对 ZigBee 传感器节点进行升级，使其能够更好地适应人脸识别系统的数据传输需求。

#### 3.3.3 开展兼容性测试

在系统部署之前，进行全面的兼容性测试，及时发现并解决可能出现的问题。测试内容可以包括数据传输的稳定性、准确性以及系统的响应时间等方面。

## 4 研究思路

本项目监控体系总体结构设计如图 2 所示，以一台 PC 机为服务器，外接一个 ZigBee 接收节点用于接收 ZigBee 发送节点发送的数据，并通过串口传输至 PC 机。每一个 ZigBee 发送节点都烧写有红外检测程序，使用热释电红外感应器获取当前地点的红外状况。同时每个 ZigBee 发送节点处配有一台摄像头通过网络连接至服务器端，用于捕获当前所在地的实时图像并传输至服务器端，然后通过终端连接服务器即可了解到座位的信息，比如座位上是否有人，若没人离开了多长时间等信息。

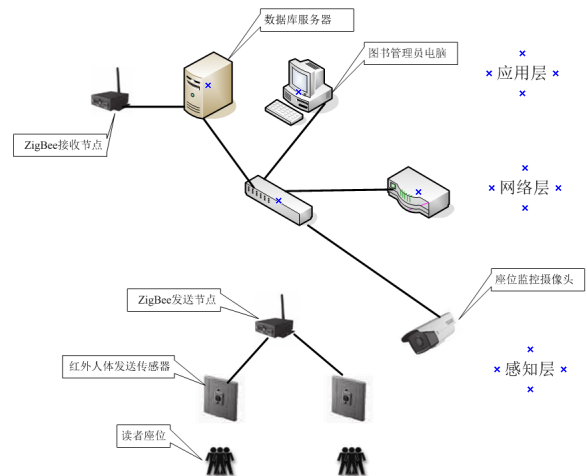


图 2 监控体系总体结构设计

综上所述在构建 ZigBee 与人脸识别结合的图书馆座位监控体系时，首先需要设计一个合理的系统架构。该架构可以分为三层：感知层、网络层和应用层。

**感知层。**在感知层，安装在图书馆座位上的 ZigBee 传感器节点负责采集座位的状态信息，如是否有人就座、就座时间等。同时，在图书馆的座位附近安装人脸识别设备负责采集读者的面部信息，进行身份认证。

**网络层。**网络层主要由 ZigBee 网络和通信网络组成。ZigBee 网络负责将座位状态信息和人脸识别数据传输到监控中心，通信网络则负责将监控中心的数据与外部系统进行交互，如图书馆管理系统、手机 APP 等。

**应用层。**应用层是监控体系的核心，包括监控中心的软件系统和用户终端的应用程序。监控中心的软件系统负责对采集到的数据进行分析 and 处理，实现座位状态的实时监

控、读者身份认证、个性化座位分配、违规占座行为监测等功能。用户终端的应用程序则为读者提供便捷的服务,如座位查询、预约、签到等。

## 5 结语

随着科技的不断进步,在当今数字化时代,传统的人工管理方式往往难以满足复杂的图书馆座位管理需求。本项目认为,将 ZigBee 技术与人脸识别技术相融合,能够充分发挥两种技术的优势,实现对图书馆座位的高效监控。ZigBee 技术的低功耗、自组网特性与人脸识别技术的准确性、高效性相结合,为图书馆座位管理提供了全新的解决方案。这种技术融合不仅可以实时监测座位状态,还能精准识别读者身份,实现个性化座位分配和违规行为监测,从而提高座位利用率,优化读者学习环境,提升图书馆的管理水平。

下一步进一步进行研究,使系统监测成功率进一步提高。并对系统进行推广,体现系统设计价值。

## 参考文献

- [1] 张靖浩.基于人脸识别的智能保安监控系统[D].沈阳:沈阳工业大学,2013.
- [2] 朱苗.基于视频的智能人脸识别系统设计[D].广州:华南理工大学,2013.
- [3] 周家成,罗成刚.人脸识别技术在访客管理系统中的应用[J].信息通信,2019(12):151-152.
- [4] 刘晖,龚知资.基于人脸识别的人物信息在线检索平台[J].现代信息科技,2020,4(13):82-84.
- [5] 孙发,吴代莉,曾为众.图书馆自习室管理系统的设计与实现应用实践[J].现代图书情报技术,2010(5):93-98<sup>1</sup>