

# Intelligent Door Lock Design Based on ZigBee Wireless Communication Technology

Liming Jiang Wei Su Yong Chen Zehua Yu Yihua Hu

Shenzhen Yinke Intelligence Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

This paper introduces an intelligent door lock system based on ZigBee wireless communication technology and microcontroller, mainly including: ZigBee wireless communication module, control circuit, power management circuit, upper computer system and intelligent door lock system, the system has remote monitoring, unlocking record query, visitor management and other functions. The system uses ZigBee wireless communication technology to realize the remote monitoring and management of the door lock, which has strong security and practicability. The test shows that the system is stable, safe and reliable, and can realize the functions of remote monitoring and unlocking record query.

## Keywords

ZigBee wireless; communication technology; intelligent door lock design

## 基于 ZigBee 无线通信技术的智能门锁设计

蒋立明 苏伟 陈勇 喻泽华 胡毅华

深圳市银科智能有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

## 摘 要

介绍了一种基于 ZigBee 无线通信技术和单片机的智能门锁系统, 主要包括 ZigBee 无线通信模块、控制电路、电源管理电路、上位机系统以及智能门锁系统, 该系统具有远程监控、开锁记录查询、访客管理等功能。该系统利用 ZigBee 无线通信技术实现了对门锁的远程监控和管理, 具有较强的安全性和实用性。经测试表明, 该系统运行稳定、安全可靠, 可实现远程监控和开锁记录查询等功能。

## 关键词

ZigBee 无线; 通信技术; 智能门锁设计

## 1 引言

在智能家居中, 智能门锁是一个重要组成部分。智能门锁主要由控制系统、智能门锁和外部接口三部分组成。在控制系统中, 采用嵌入式计算机系统, 实现对门锁的远程监控和管理, 主要由单片机、ZigBee 无线通信模块、智能门锁及控制电路构成。ZigBee 是一种基于 IEEE802.15.4 标准的无线通信协议, 最大传输距离可达 10m。在智能门锁方面, 采用无刷电机驱动技术, 实现对门锁的开关控制。该智能门锁系统具有结构简单、体积小、功耗低、成本低等特点, 适合于家庭小区、公共场所、智能家居等场所使用。

## 2 系统概述

### 2.1 系统构成

智能门锁系统主要由三部分构成: 终端门锁、无线接

入以及服务网络软件。在各功能系统中, 主要由各种功能应用程序以及其他相应的服务系统来完成各项工作<sup>[1]</sup>。终端智能锁系统采用 ZigBee 无线通信技术, 利用无线网关将所有的刷卡消费信息上传到了服务系统软件中, 而服务经营者系统则采用了综合性的服务平台人力资源管理软件, 通过无线网关将所有自动闭锁白名单下发给了终端智能锁, 从而达到了遥控开锁的作用。在这里, 服务器端的工作就是把客户提供的信息加以显示, 再通过套接字通信把这部分信息传输给客户端, 由服务器端管理。整个网络通过 ZigBee 无线网络, 可以同时使用四个通道, 也就是一个系统能够对四个通道进行使用, 极大地提升了系统的访问能力。在整个系统中, 通过前、后两个部分的分离, 实现了客户和服务的完全分离, 确保了系统的持续、稳定。

### 2.2 该系统应具备的功能

该智能门锁系统包含以下几个功能: ①按照所储存的开启白名册, 只有白名册上的智能卡才能开启该门锁, 未授权卡的使用者无法开启该门锁; ②该终端门锁将该刷卡流动

【作者简介】蒋立明(1969-), 男, 中国湖南长沙人, 本科, 高级工程师, 从事智能制造的创新和开发研究。

信息报告给该服务平台；③授权终端门的锁，由系统管理员在服务平台上发布白名册；④在业务平台上，由系统管理人员进行远程解锁；⑤所述服务平台向所述每个所述门锁的所述信用卡流动信息以及所述未经授权的信用卡所述信用卡的所述信用卡的所述信用卡信息进行检视。各个模块之间的信息互通，各自具有各自的功能，从而为系统的功能拓展、服务拓展提供了可能。

## 2.3 系统运行模式

该终端门锁采用两套拨号开关，分别为地址、信道两套，既可工作于 iDEN 网，又可进入 GSM 网，在两套网间实现漫游，给使用者带来很大的便利。在安装终端门锁之前，由拨码交换机首先设定门锁的地址及所用的通信通道。在终端门锁通电后，首先将时间校验指令发送到服务平台，通过时间校验，进入睡眠状态。门锁设定的 RF 读卡机每隔 1 秒钟就会唤醒一次，唤醒结束后就会进入睡眠状态，等候唤醒。与此同时，协调机在收到数据后，会把数据传送给 GSM 数据传送机，并把数据传送到云上<sup>[1]</sup>。

## 3 终端门锁的硬件设计

### 3.1 终端门锁的设计

#### 3.1.1 无线网关硬件设计

无线网关的硬件组成具体内容有：带网络接口的 MCU、多路 ZigBee 无线模块、工作指示灯等<sup>[2]</sup>。无线网关的微控制器采用的是 NXP 的 Cortex-M3 处理器 LPC1778，其同时具备了一路的以太网端口，以及五路的 UART 端口，因此可以实现一个互联网关同时满足四通道的 ZigBee 网络通信的使用需求。在网关使用上，以 GPRS 为基础，使用了 GPRS 的传输和短信息发送二个方法，将 AT 命令传送到 MC55 模块上，完成数据传送和短信息传送。

#### 3.1.2 无线网关软件设计

其中，无线网关主要实现了 ZigBee 数据包与服务平台之间以太网数据包的交换。其中，客户端的任务是对用户输入的数据进行显示，并利用套接字通信将这些数据传送到服务器端，供服务器端处理。当该终端门锁报告该数据信息时，该无线网关将该终端门锁所发出的该 ZigBee 通信报文中的该互动协议从 MAC 层中分离出去，然后将该互动协议中所包含的三个协议字段，即：门锁地址、该无线网关地址和该无线报文的信号强度分别填入该互动协议中，借由门锁地址及帧内容这两个协议字段，对同一报文帧中的同一报文帧剔除后，再以从不同网关所上传的同一报文帧中的相同信号强度字段为依据，确定了其所上传信息的智能门锁和哪一个网关具备了良好的通信品质，然后再选择通信品质良好的网关进行回复门锁的应答信息。在通信中，系统采用时间循环的方式，当通信时间终止后，暂停通信，再与下一环节继续通信。

### 3.2 服务平台的设计

该系统以 MVC 架构为基础，将模型层、视图层、控制

层三个层次进行设计。模型层是一个用来管理应用程序中的数据逻辑的一部分。视图层是一个用来处理数据显示的模块，它一般是基于模型数据而建立的；其中，控制层主要承担着从视图中获取信息、控制用户输入信息、将信息传输到模型中的任务。MVC 层次结构可以帮助对复杂应用进行管理，并且可以让多个开发者一起进行视图，控制器和商业逻辑的开发，从而大大简化了开发过程。

服务平台的前端界面，能够将每个客户的刷卡消费信息均保存到了 MySQL 数据库中。客户端已经完成了对客户上传数据的采集，对照片进行存储，并对数据库进行保存，对匹配数据进行筛选，并对数据进行发布等。在系统管理员登录后，可以通过房号、日期等来查询该门锁的刷卡情况。该服务平台与智能卡阅读器相连，可以将读出的卡片信息发送给特定的门锁，并将其视为“白名单”。系统将用户的注册信息添加到数据库中，然后用户可以登录，经过系统的审计确认后，用户就可以得到账号的信息和权限来进行操作<sup>[3]</sup>。

## 4 基于 ZigBee 无线通信技术的数据检验方案

作为控制终端和门锁进行交互的软件载体，智能门锁控制 App 中存储了大量的用户数据，同时也是检测的重要数据源。用户只需在网上接入服务器，然后再以短消息或电子邮件的方式把数据传送到客户机<sup>[3]</sup>。这时，智能终端出现了一个故障报告窗口，能够对故障进行图片和文字说明，并将故障信息及时发送到后台。通过建立的数据库，可以得到哪些门上的锁的状态信息。在使用智能门锁的时候，主要有以下几种开锁方式：密码开锁、刷卡开锁、指纹识别、手机 App 开锁、3D 人脸识别等。

密码开锁见图 1。



图 1 密码开锁

### 4.1 智能门锁网关设备检验

智能门锁网关是实现用户远程控制、实时互动的重要工具，它能够实现信息采集、信息输入、信息输出、集中控制、远程控制、联动控制等多种功能。在与智能门锁相匹配的网络关中，储存了与智能门锁有关的资料，因此可以对这些资料进行检查和分析。对于智能门锁网关设备的检查，主要是通过抽取其中的内存卡，将内存卡与电子数据检查装置相连，并利用有关工具对其进行分析。其中，常规的检查

应该包括数据写入、数据传输、数据备份等内容,信息记录应该包括数据读写过程、故障信息自动记录等内容。经过分析的记忆卡有一个磁碟分割,可以撷取与记录感测装置相关的资讯,如装置编号、装置位置或装置资讯等。这个分区包括图片文件夹、系统信息文件夹、视频文件夹,这些文件夹主要用来保存图片、系统信息、视频等数据。例如,图片文件夹中有一个以时间命名的子文件夹,通过对子文件夹(如“2023-03-07”)的分析,可以看到图片的名称、恢复状态、创建时间、修改时间、访问时间等特定属性信息。检查员需要手动对子文件夹内的照片进行甄别,如果照片上有脸部或者手的痕迹,则可以把相应的档案以证据的形式输出。在提取出证据档案后,必须对有关证据档案的完整性进行校核,并根据《标准》编制电子资料核查报告。电子数据采用商用密码技术,在电子数据生成时形成真实、完整、可靠的电子证据,具有身份信息、时间信息、抗篡改能力。在电子凭证的产生和运行过程中,必然会遗留下许多与其产生、运行有紧密联系而又相互独立的痕迹数据。

#### 4.2 智能门锁应用程序控制终端装置的验证

智能门锁的一个重要特征就是,使用者需要将智能门锁和它的控制终端相绑定,并可以利用绑定在控制终端上的智能门锁 App 来完成一些特定的功能。例如,对智能网关及其有关设备的启用、对智能门锁系统的设置、对智能门锁的数据进行同步等。当前,智能门锁 App 的控制端可以通过智能手机、平板、计算机等终端来实现,因为控制终端的操作系统是不一样的,所以需要以控制终端的操作系统为基础来进行验证。智能移动电话终端的电子数据校验智能移动电话控制终端,是使用者对智能门锁进行控制,观察或设定智能门锁的状态的关键装置。用户可在智能手机的终端上设定“离家”“回家”的智能模式,并可在任何时候检查门锁的状况,并可远程对门锁进行修改和开关。智能手机的控制端可以在不正常的打开状态下,为使用者提供实时的报警,可以自动地拍摄,并且可以将实时的图片传送到使用者的控制端。具体的智能门锁防报警操作流程如图2所示。

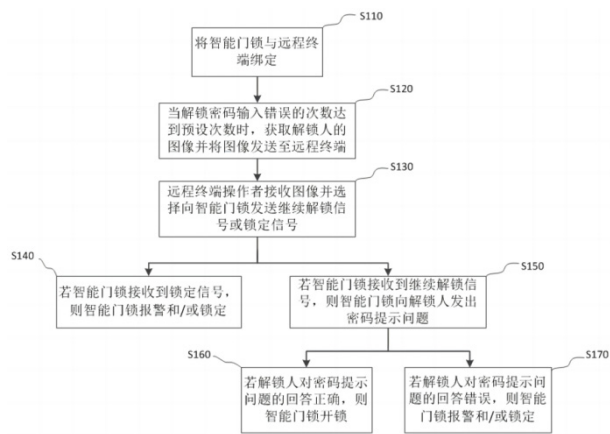


图2 防止智能门锁误报警的方法

#### 4.3 路由器检查

路由器是一种网络级的互联装置,它是将智能门锁与无线网络相连接,从而实现对智能门锁的远程控制。并以TP-LINK 牌家用路由器为案例,对该测试结果进行分析。路由器装置的验证过程是这样的:将网关 192.168.0.1 输入到与该路由器相同的网络中。进入该路由器的网页界面,以检视目前所连接之装置与网络。点击应用管理,进入 IP 和 MAC 的绑定,可以看出主机 192.168.0.100 是与家里的网相连的,但是没有绑定。点击路由设置,就能看到路由器的型号、管理员账户、上网设置、无线网络设置、LAN 口设置、备份和载入配置,以及系统日志等内容,上网设置是对路由器的 IP 地址和网关进行记录。备份数据,分析,查找案件线索,备份文件为 config.b i n。与此同时,还会对数据包展开解析,对其是否是一个承载着用户认证信息的数据包进行判定,当结果是正确的时候,就会把这个数据包传送到一个消息处理模块,对这个数据包进行进一步的分析和处理,并通过对这个数据包的解析,把这个数据包中所含有的用户认证信息提取出来。首先确定该数据帧的长度是否超过 18 个字节,若超过 18 个字节,就判定该数据帧是由网关上传的,然后将该数据帧删除。系统日志记录了与路由器相连的主机和网络状况,还可以为案件提供线索,并将系统日志文件保存为 syslog. txt。打开路由器的系统记录,可以看到默认的网关的存取资料,无名氏主机 192.16 B.0.100。本发明可用于在路由器网络接口可正常开启时,在不能清除路由器操作信息的前提下,可提取出侵入信息,并可对提取出的电子信息进行完全性检测。这样一来,系统就能够在不了解系统信息的情况下,对用户登录系统的真实性做出判断,这样就能够防止系统秘密被具有系统管理员身份的使用者所掌握<sup>[3]</sup>。

#### 5 结语

论文介绍了利用 ZigBee 技术设计智能门锁。ZigBee 技术系统,操作和维护都非常的方便,它还提供了数据完整性检查、加密、身份认证等功能,安全系数得到很大的提高。随着科学技术的发展以及对 ZigBee 技术的深入研究,还能够进一步发掘它的优势,改进安全方面性能,优点会更加突出,得到越来越广泛的认可。

#### 参考文献

- [1] 陈剑栋,张林,彭国文.基于 ZigBee 技术的智能门锁系统设计[J].现代信息科技,2019,3(14):3.
- [2] 蔡昌勇,蒲虹桥,朱静.基于 ZigBee 技术的无线智能锁系统设计[J].电脑知识与技术:学术版,2017,13(10):3.
- [3] 张力.基于 ZigBee 无线通信技术的物联网智能家居系统设计[J].数码世界,2019(11):1.