

# 基于 RFID 和 ZigBee 网络的通用分级考勤管理系统 \* Universal and Hierarchical Attendance Management System Based on RFID and ZigBee Network

张琼英,王能河,张伟刚,瞿少成 \* \*

ZHANG Qiongying, WANG Nenghe, ZHANG Weigang, QU Shaocheng

(华中师范大学电子信息工程系,湖北武汉 430079)

(Department of Electronics and Information Engineering, Central China Normal University, Wuhan, Hubei, 430079, China)

**摘要:**【目的】针对考勤管理移动性差、数据难以共享、过于依赖网络和后台计算机等缺陷,设计一种基于射频识别技术(RFID)和 ZigBee 网络的通用分级管理考勤系统。【方法】基于 MFRC500 与 STC89C52 设计被动非接触式 RFID 考勤读卡子系统;采用 CC2530 设计 ZigBee 无线传感网络;基于 Linux/QT 完成 ARM 主控平台开发。【结果】系统实现多 RFID 读卡子系统的自组网、子节点与主控平台的分级管理。【结论】测试表明,该系统部署灵活,能适应复杂的楼宇环境,且性价比较高,具有一定推广价值。

**关键词:**RFID ZigBee 考勤管理

中图分类号:TP3 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2016)04-0381-04

**Abstract:**【Objective】A design of universal and hierarchical attendance system, which uses RFID and ZigBee network, is proposed to fix the shortcomings of attendance management. 【Methods】Based on MFRC500 and STC89C52, a passive contactless RFID reader subsystem is designed. Multi-RFID reader subsystems can be attached by ZigBee wireless sensor network using CC2530. A master platform based on Linux/QT is developed. 【Results】This system can achieve hierarchical attendance management for child node and host platform, respectively. Also a web background data management system is provided for data mining in future. 【Conclusion】Experiments show that the system can be easily implemented and works stable in complex environment.

**Key words:**RFID, ZigBee, attendance management

## 0 引言

【研究意义】考勤是各种机构人员管理的重要内容,一方面可确保人员的安全,一方面可用于考察纪律。传统的考勤管理还停留在纸质签到,效率低、实时性差,管理不方便,有必要研发新的考勤管理模式。【前人研究进展】引入计算机技术的考勤管理方式主要有人脸识别<sup>[1-2]</sup>,指纹识别<sup>[3-4]</sup>,射频识别<sup>[5-6]</sup>等。人脸识别和指纹识别可靠性强,不易仿冒,但硬件成本高。射频识别可靠性不如前两种,但成本低廉。目前的考勤系统可分为两大类:一类是单机型,可以独立完成考勤过程,应用广泛,但还有一些缺点——一方

收稿日期:2016-06-29

修回日期:2016-07-28

作者简介:张琼英(1992-),女,硕士研究生,主要从事嵌入式技术研究。

\* 国家自然科学基金项目(61074046/F030107),中央高校探索创新项目(CCNU15A02060)和广东省顺德区产学研项目(2015-6)资助。

\*\* 通讯作者:瞿少成(1971-),男,教授,博士生导师,主要从事智能信息处理与控制, E-mail: qushaocheng@mail.ccnu.edu.cn。

面有线连接的方式让系统在楼宇环境中部署困难,移动性差;另一方面,当员工的分布较为分散时,单机系统对大量的人员考勤工作来说使用不便利。而且单机型的考勤系统数据难以共享,管理层次简单。另一类是联机型,使用时需要后台计算机的配合,数据可通过网络及时上传,但当网络出现故障或后台计算机运行故障时,容易导致考勤工作瘫痪等问题<sup>[7-8]</sup>。【本研究切入点】考虑引进新的计算机技术,弥补上述考勤管理系统的缺陷。【拟解决的关键问题】结合射频识别技术 RFID、ZigBee 技术与嵌入式系统,设计一套基于 RFID 和 ZigBee 网络的通用分级管理考勤系统。非接触式 RFID 考勤读卡子系统不仅独立完成子区间内的考勤数据采集,还能通过 ZigBee 无线传感网络实现多 RFID 读卡子系统的自组网功能。在此基础上,基于 Linux/QT 完成 ARM 主控平台的开发,实现了子节点与主控平台的分级管理,并预留了 Web 后台数据管理系统。

## 1 系统设计方案

考勤管理系统总体设计方案如图 1,主要分为考勤终端,网络传输,ARM 主控平台 3 个部分。考勤终端采用 RFID<sup>[9]</sup>,完成单点的考勤工作,并将读取到的标签信息通过网络上传。考虑到系统部署的繁琐问题及网络组网成本<sup>[10]</sup>,网络传输部分采用 ZigBee 无线传感网络。ZigBee 网关(协调器)接收到不同考勤终端上传的数据后,通过串口将其发送给 ARM 主控平台。主控平台集中处理数据后,存储到本地的数据库,实现考勤的分级管理。管理员可通过 ARM 平台上的 QT 界面管理考勤信息,或通过 Web 的方式管理。

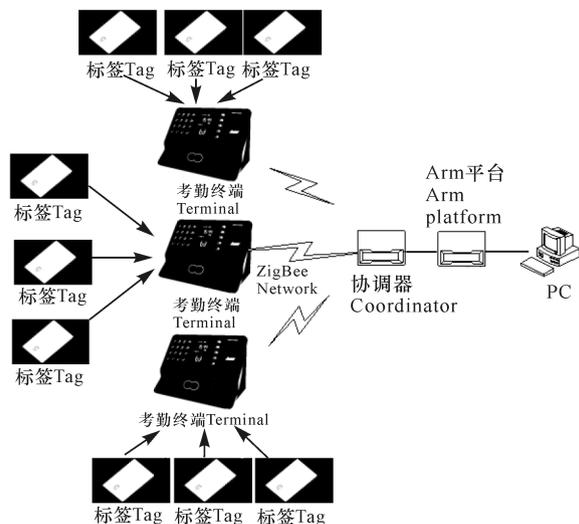


图 1 系统总体框架

Fig. 1 The overview of system architecture

## 2 系统硬件设计

考勤管理系统的硬件部分由考勤终端、ZigBee 网关、ARM 平台组成(图 2)。考勤终端主要由 RFID 读卡器、ZigBee 模块、显示模块、电源模块组成。

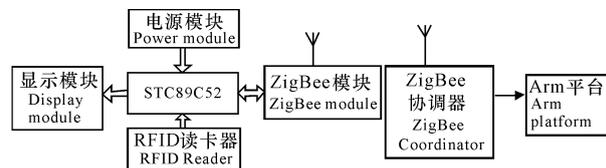


图 2 考勤系统硬件结构

Fig. 2 The hardware architecture of attendance system

### 2.1 RFID 读卡器

RFID 读卡器由 MCU、射频读卡芯片、天线组成。射频芯片选择 MFRC500 型芯片作为射频读卡芯片。MFRC500 完全集成 13.56 MHz 下所有类型的被动非接触式通信方式和协议,可方便的用于各种基于 ISO/IEC 14443A 标准并且要求低成本、小尺寸、高性能以及单电源的非接触式通信<sup>[11]</sup>。Mifare-IC 卡与 MFRC500 通信的基本原理:RC500 向 Mifare 卡发送固定频率的电磁波(13.56 MHz),此频率与 Mifare 卡内部的 LC 谐振电路的谐振频率相同, Mifare 卡被激活后与 RC500 之间即能够进行信息传递。其中 MFRC500 使用并行接口与 MCU 相连。出于成本考虑 MCU 选择价格低廉、运行稳定、能满足读卡器设计需求的 STC89C52。MCU 通过控制 MFRC500 以实现对电子标签(Mifare 卡)的读写,将相应的指令写入 MFRC500 相应的寄存器中来实现控制。由于系统采用被动式标签,标签没有内部电源,所以读写器的 MCU 不能直接对标签进行读写操作,需要通过射频读卡芯片发射射频载波信号,给标签提供能量,激活标签,通过后续的认证后,MCU 方能访问标签。

读卡器的天线直接影响着系统性能的优劣:天线的辐射特性、尺寸、匹配电路的品质因子  $Q$  以及周围环境直接影响着读卡器的工作范围<sup>[12]</sup>。天线匹配电路谐振频率要满足公式  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ,读写器频率  $f$  为 13.56 MHz,根据公式约束选定  $L$ 、 $C$  的值。考虑到天线尺寸过大时,其电感会过高,电容要求很小,会造成实际选用困难,故天线尺寸不能过大,匝数不易过多。

### 2.2 ZigBee 无线通信模块

ZigBee 无线通信模块由 ZigBee 节点模块与 ZigBee 协调器模块组成。通信模块的作用是实现数据的无线收发。ZigBee 节点和协调器都采用 TI 公司

的 CC2530(CC2530 集成了 2.4 GHz 的射频收发单元和高性能低功耗的 8 051 位处理器)。ZigBee 节点负责上传 RFID 读写器中的电子标签信息以及接受从协调器发来的命令。协调器负责网络的组建和数据传输,为子节点分配地址,建立绑定表。协调器将子节点发来的信息实时传输到 ARM 平台,当收到上位机下发的命令时进行转发。

### 3 系统软件设计

#### 3.1 考勤终端主程序

考勤终端的主程序设计平台采用 Keil Version 5,C 语言编程,主程序流程如图 3 所示。当卡片进入到读取范围时,读取 Mifare 卡的信息。读卡操作步骤包含请求、反碰撞、选择、认证、读块。当确认卡片为有效 Mifare 射频卡时,会得到卡片的序列号,通过认证后,可以从卡中读出其 EEPROM 的值,每次仅读出一个块的数据,即 16 个字节,每次读到电子标签后,即把数据打包,由 ZigBee 模块上传读到的电子标签信息。

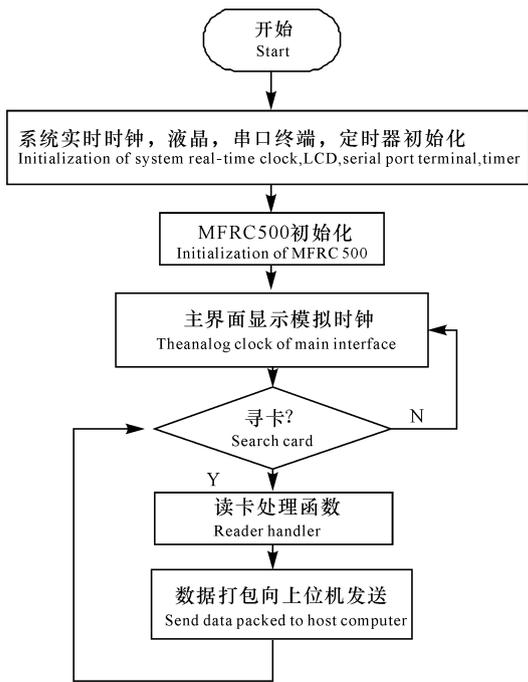


图 3 考勤终端程序流程

Fig. 3 The program flow chart of terminal node

#### 3.2 ZigBee 程序

ZigBee 模块程序在 TI 公司的 ZSTACK 协议栈上开发。ZSTACK 采用 OSAL 操作系统,其应用程序的运行机制通过事件来驱动,运行机制图 4 所示。事件是驱动任务去执行某些操作的条件,当系统产生了一个事件,将这个传递给相应的任务后,任务才能执行一个相应的操作。

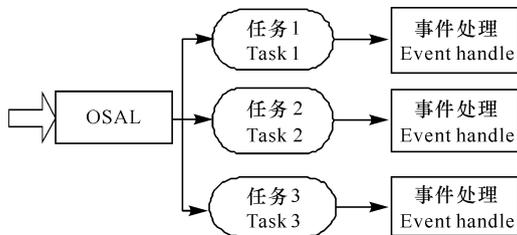


图 4 OSAL 运行机制

Fig. 4 The mechanism of OSAL

ZigBee 节点程序初始化后,开始搜寻网络。搜到网络后,节点会加入网络,并在成功入网分配 ID 后,开始数据传输业务。ZigBee 节点会周期性的检测是否有数据发送过来,若有就将数据打包帧格式,发到协调器上,数据传输协议数据帧由 16 个字节组成,依次包含协议号(4 个)、设备号(6 个)、卡号(2 个)、考勤时间(3 个)、校验码(1 个)。

ZigBee 协调器程序初始化后,开始组建网络,建立路由表。当协调器收到信息时,会依据不同的类型进行相应的操作:若该消息是子节点的入网请求,协调器会分配 ID 给予节点。若是子节点发来的数据,协调器通过串口发给上位机。若是协调器接收到从上位机下发的命令,即进行下一级转发。

#### 3.3 ARM 主控平台软件设计

主控平台的软件基于 Linux/QT 开发。在 ARM 平台上移植 Linux 操作系统,该系统具有开源足,系统运行资源少,效率高等优点。QT 能实现跨平台编程,移植性好,给开发者提供了强大的图形界面开发所需的功能。QT 应用程序接收 ZigBee 网关发送的数据,处理后存到本地数据库中,管理员可在 QT 界面上查看,实现考勤的分级管理。采用 Sqlite 3 建立考勤数据库,实现考勤纪律表,用户表,设置表。考勤纪律表包含用户 ID、考勤时间、上班时间、考勤情况,用户表包含用户 ID、姓名、类型、部门,设置表包含 ID 和规定的上班时间。

ARM 平台同时移植了一个 Boa 服务器,Boa 是 Linux/Unix 下的一种单任务的 Http 服务器,其源代码开放,性能优秀。ARM 平台上的 Web 应用程序基于 C/S 架构,主要向局域网中的计算机提供服务,管理员可以通过 Web 的方式查看考勤数据。

### 4 系统测试

考勤系统测试分为 3 部分。第 1 部分测试电子标签的读写距离,实测 100 次,最大读写距离达到 6 cm。第 2 部分测试 ZigBee 模块传输距离,如表 1 所示。可以看出有障碍测试(室内楼宇环境)中,75 m 范围内信号传输正常,当传输距离增加到 100 m 时,

信号不稳定。无障碍测试(室外空旷环境)中,当传输距离超过 275 m,信号不稳定,距离更大时接收不到信号。第 3 部分测试系统故障率。对系统进行密集刷卡测试(连续每隔 5 s 刷 1 次卡,持续 100 次),数据上传、QT 界面运行、Web 的访问正常。系统运行 30 d,运作良好,数据上传率为 94%。

表 1 ZigBee 模块传输距离测试

Table 1 Test on transmission distance of ZigBee module

| 传输距离<br>Transmission<br>distance(m) | 障碍情况下<br>With obstacle<br>inside | 无障碍情况下<br>No obstacle       |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 50                                  | 正常<br>Signal stability           | 正常<br>Signal stability      |
| 75                                  | 正常<br>Signal stability           | 正常<br>Signal stability      |
| 100                                 | 信号不稳定<br>Signal instability      | 正常<br>Signal stability      |
| 150                                 | 收不到信号<br>No signal               | 正常<br>Signal stability      |
| 250                                 | 收不到信号<br>No signal               | 正常<br>Signal stability      |
| 275                                 | 收不到信号<br>No signal               | 信号不稳定<br>Signal instability |
| 300                                 | 收不到信号<br>No signal               | 收不到信号<br>No signal          |

## 5 结论

通过 RFID 技术和 ZigBee 技术,设计并实现了一种终端结合网络且成本低廉的通用考勤管理系统。终端子系统能够实现单机的考勤管理。无线传感网络技术,使系统部署简单,并实现了数据共享。基于 Linux/QT 完成 ARM 主控平台开发,实现了考勤信息的分级管理。测试表明,系统能够对电子标签远程识别,能在楼宇环境中工作,且整体运行良好。在后续工作中,有必要进一步优化系统设计,并基于考勤系统采集的数据增加数据挖掘功能。

### 参考文献:

[1] 韩秋蕾,姚志军. 联网式多通道门禁考勤系统的设计[J]. 计算机工程与设计,2010,31(14):3249-3253,3273. HAN Q L, YAO Z J. Entrance guard system design of networking multi-channel[J]. Computer Engineering and Design,2010,31(14):3249-3253,3273.

[2] 白文庆,董小妮. 基于嵌入式人脸识别考勤系统的设计[J]. 电脑开发与应用,2015,28(1):71-72,75. BAI W Q, DONG X N. Design of embedded system based on face recognition time attendance[J]. Computer Development & Applications,2015,28(1):71-72,75.

[3] SARASWAT C, KUMAR A. An efficient automatic at-

tendance system using fingerprint verification technique[J]. International Journal on Computer Science and Engineering,2010,2(2):264-269.

[4] 彭小明,叶洁. 基于 3G/WIFI 的远程指纹考勤系统的设计与实现[J]. 计算机应用与软件,2016,33(5):102-107. PENG X M, YE J. Design and implementation of remote fingerprint attendance system based on 3g/wifi[J]. Computer Applications and Software,2016,33(5):102-107.

[5] 姚荣彬,郭洁. 基于 RFID 的员工考勤系统设计[J]. 现代电子技术,2016,39(1):122-124. YAO R B, GUO J. Design of employee attendance system based on RFID[J]. Modern Electronics Technique,2016,39(1):122-124.

[6] 沈斌,闫广超,彭程,等. 被动式井下考勤系统上位机模块的设计与实现[J]. 计算机工程与应用,2011,47(4):229-231,238. SHEN B, YAN G C, PENG C, et al. Designing and realizing of host computer control modeling of passive attendance checking system under coalmine[J]. Computer Engineering and Applications,2011,47(4):229-231,238.

[7] 梁龙,王春雪. 基于 RFID 和 ZigBee 网络的分布式考勤系统设计[J]. 制造业自动化,2012,34(14):14-16,78. LIANG L, WANG C X. A design of distributed attendance system based on RFID and Zigbee networks[J]. Manufacturing Automation,2012,34(14):14-16,78.

[8] 李玉鹏,周俊,程超伟,等. 基于人脸识别云服务的考勤系统的开发与实现[J]. 电子技术与软件工程,2016(9):77. LI Y P, ZHOU J, CHENG C W, et al. The development and implementation of attendance system based on face cloud services[J]. Electronics & Software Engineering,2016(9):77.

[9] WANT R. An introduction to RFID technology[J]. IEEE Pervasive Computing,2006,5(1):25-33.

[10] ATZORI L, IERA A, MORABITO G. The internet of things: A survey[J]. Computer Networks,2010,54(15):2787-2805.

[11] XIE L, SHENG B, TAN C C, et al. Efficient tag identification in mobile RFID systems[C]//Proceedings of the 29th Conference on Information Communications, INFOCOM, San Diego, California, USA:IEEE,2010:1-9.

[12] 魏丽英,陈晓鹏. 小波矩量法求解线天线电流方程[J]. 广西科学,2010,17(4):307-310. WEI L Y, CHEN X P. Solution of wire antenna current equation based on wavelet method of moment[J]. Guangxi Sciences,2010,17(4):307-310.

(责任编辑:尹 闯)