

**课 程 设 计**

**课 程：物联网工程开发与应用实例**

**题 目：基于ZigBee的家居安防系统设计**

**学生姓名：吴嘉玲**

**学 号：15115061024**

**二级学院：信息科学与工程学院**

**专 业：物联网工程**

**班 级：2015级01班**

**指导教师姓名及职称：刘晓樑 讲师**

**起止时间：2018年 9 月—— 2019年 1月**

（教务处制）

**基于ZigBee的家居安防系统设计**

**摘 要**：随着科技的发展，越来越多的人开始重视自身隐私的安全。隐私安全不仅仅是个人信息的安全，同时也是家居隐私的安全。目前，绝大部分家庭对房屋的安防措施主要是利用普通的门窗锁，而市面上的智能门锁价格又非常昂贵，为此我们设计了这套智能家居安防系统，在传统门窗的基础上，只需要投入少许资金就能实现温湿度、人员入侵的检测，在发生险情时系统会自动报警。

本套系统主要使用了ZigBee技术，同时QT作为应用层来实时显示温湿度等信息，同时在收集数据的基础上，把数据存入数据库，使用户能够对以往数据进行管理及分析。手机端同时有APP提供给用户实现对系统的无线控制以及数据的实时查看。一目了然地掌控家居安防。

**关键字**：ZigBee；Wifi；数据库；家居安防

Design of home security system based on ZigBee

**Abstract:** With the development of technology, more and more people are beginning to pay attention to the security of their privacy. Privacy and security are not only the security of personal information, but also the security of home privacy. At present, most home security measures for houses mainly use ordinary door and window locks, and the price of smart door locks on the market is very expensive. For this reason, we designed this smart home security system based on traditional doors and windows. Only a small amount of money is needed to realize the detection of temperature and humidity and personnel intrusion, and the system will automatically alarm when a dangerous situation occurs.

This system mainly uses ZigBee technology. At the same time, QT serves as the application layer to display information such as temperature and humidity in real time. At the same time, based on the data collection, the data is stored in the database, enabling users to manage and analyze the previous data. At the same time, the mobile terminal provides the user with the wireless control of the system and the real-time viewing of the data. Control home security at a glance.

**Key words:**ZigBee;Wifi;Database;Home security

**目录**

[1 家居安防设计的相关技术 1](#_Toc31601)

[1.1 ZigBee技术 1](#_Toc16377)

[1.2 Z-Stack协议栈 1](#_Toc32049)

[1.3 IAR开发环境 2](#_Toc15178)

[1.5 ESP8266wifi模块 3](#_Toc7470)

[1.6 Qt Creator 4](#_Toc27305)

[2 系统总体设计方案 5](#_Toc4533)

[2.1 系统总体设计 5](#_Toc29507)

[2.2 各部分功能 5](#_Toc31478)

[2.2.1 数据采集部分 5](#_Toc3449)

[2.2.2 网关部分 6](#_Toc3338)

[2.2.3 无线控制部分 6](#_Toc3382)

[2.2.4 数据库部分 7](#_Toc25479)

[3系统软件设计 8](#_Toc8645)

[3.1 硬件部分 8](#_Toc4717)

[3.2 QT网关程序 10](#_Toc12669)

[3.3 安卓APP 10](#_Toc26535)

[4系统测试 11](#_Toc6086)

[4.1 硬件测试 11](#_Toc10624)

[4.2 软件测试 11](#_Toc63)

[5总结与展望 13](#_Toc16814)

[5.1 总结 13](#_Toc12297)

[5.2 展望 13](#_Toc495)

[参考文献 14](#_Toc22153)

**基于ZigBee的家居安防系统设计**

# 1 家居安防设计的相关技术

* 1. ZigBee技术

ZigBee技术是一种近距离、低复杂度、低功耗、低速率、低成本的双向无线通讯技术。主要用于距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间进行数据传输以及典型的有周期性数据、间歇性数据和低反应时间数据传输的应用。

ZigBee模块是一种物联网无线数据终端，它利用ZigBee网络为用户提供无线数据传输功能。该产品采用高性能的工业级ZigBee方案，提供SMT与DIP接口，可直接连接TTL接口设备，实现数据透明传输功能；低功耗设计，最低功耗小于1mA；提供6路I/O，可实现数字量输入输出、脉冲输出；其中有3路I/O还可实现模拟量采集、脉冲计数等功能。

同时ZigBee技术是本设计的重要组成部分，本系统是基于ZigBee开发并实现的。在本系统中，用了两个ZigBee节点，一个作为协调器用于接收终端节点发来的数据同时作为数据收发的中继站，并且协调器节点还连接了人体红外热释电传感器，用于检测人员出入。协调器节点与PC机通过串口相连接。另一个作为终端节点用于实现温湿度检测，并向协调器节点发送温湿度信息。

1.2 Z-Stack协议栈

ZigBee的协议栈基于IEEE802.15.4开发，其中IEEE802.15.4定义了物理层和MAC层技术规范，ZigBee联盟定义了网络层、安全层和应用层技术规范，ZigBee协议栈就是将各个层定义的协议都集合在一起，以函数的形式实现，并给用户提供一些应用层API，供用户调用。其工作流程如图1-1所示。

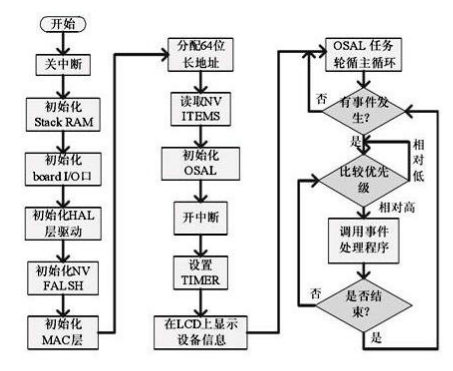


图1-1 Z-Stack软件流程图

1.3 IAR开发环境

硬件开发用的是Windows环境下的IAR8.0版本，IAR可以用于CC2530的开发，它支持多种芯片的开发，例如ARM、CC2540、CC2530、8051芯片等。在IAR里面，我们可以很方便地打开Z-Stack协议栈，对协议栈进行开发。开发界面如图1-3所示。

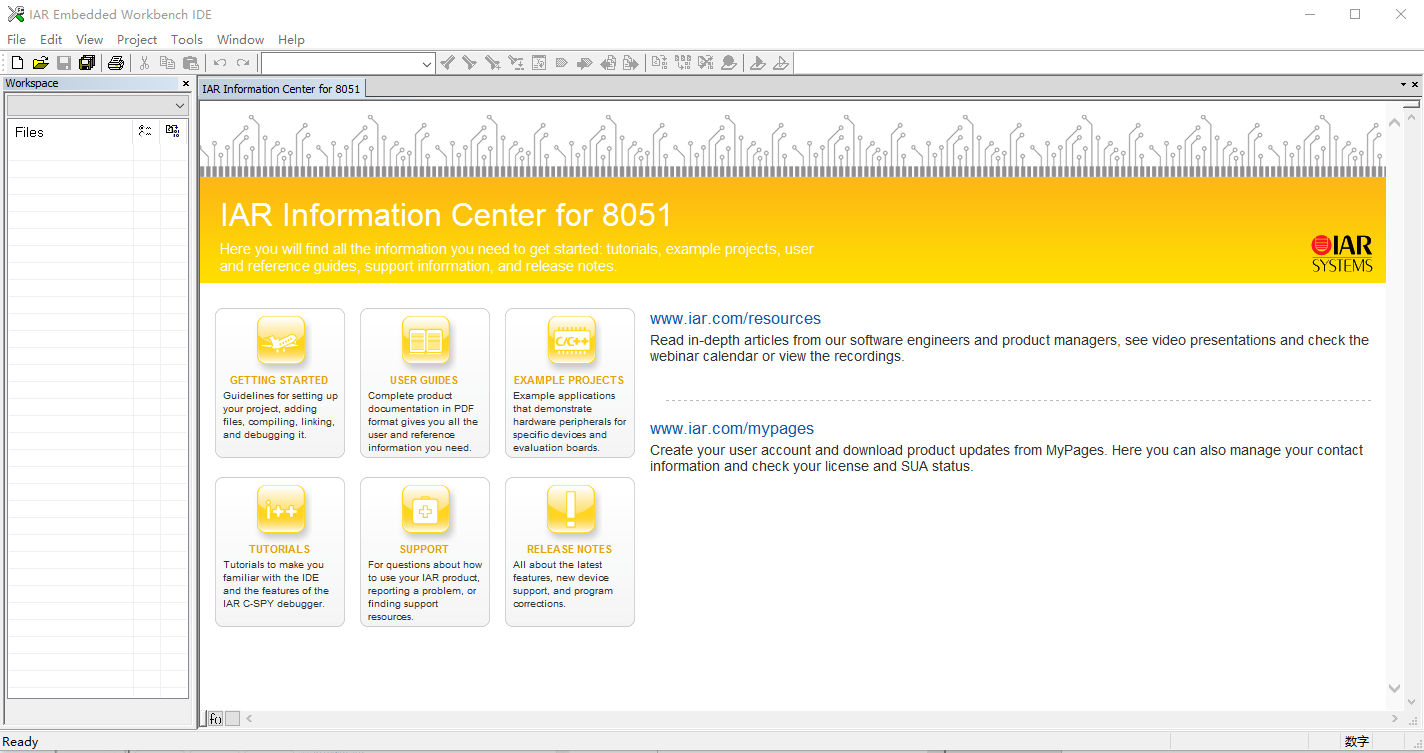


图1-3 IAR集成开发软件界面

1.4 WAMP集成开发环境

WAMP是Windows下的Apache+Mysql/MariaDB+Perl/PHP/Python，一组常用来搭建动态网站或者服务器的开源软件，本身都是各自独立的程序，但是因为常被放在一起使用，拥有了越来越高的兼容度，共同组成了一个强大的Web应用程序平台。随着开源潮流的蓬勃发展，开放源代码的LAMP已经与J2EE和.Net商业软件形成三足鼎立之势，并且该软件开发的项目在软件方面的投资成本较低，因此受到整个IT界的关注。

WAMP里的P代表PHP，本系统网页开发主要是用PHP语言进行开发的。PHP（外文名:PHP: Hypertext Preprocessor，中文名：“[超文本](https://baike.baidu.com/item/%E8%B6%85%E6%96%87%E6%9C%AC" \t "_blank)[预处理器](https://baike.baidu.com/item/%E9%A2%84%E5%A4%84%E7%90%86%E5%99%A8" \t "_blank)”）是一种通用[开源](https://baike.baidu.com/item/%E5%BC%80%E6%BA%90/246339" \t "_blank)[脚本语言](https://baike.baidu.com/item/%E8%84%9A%E6%9C%AC%E8%AF%AD%E8%A8%80/1379708" \t "_blank)。[语法](https://baike.baidu.com/item/%E8%AF%AD%E6%B3%95/2447258" \t "_blank)吸收了[C语言](https://baike.baidu.com/item/C%E8%AF%AD%E8%A8%80" \t "_blank)、[Java](https://baike.baidu.com/item/Java" \t "_blank)和[Perl](https://baike.baidu.com/item/Perl" \t "_blank)的特点，利于学习，使用[广泛](https://baike.baidu.com/item/%E5%B9%BF%E6%B3%9B/6246786" \t "_blank)，主要适用于[Web](https://baike.baidu.com/item/Web" \t "_blank)开发领域。PHP 独特的[语法](https://baike.baidu.com/item/%E8%AF%AD%E6%B3%95/2447258" \t "_blank)混合了[C](https://baike.baidu.com/item/C" \t "_blank)、[Java](https://baike.baidu.com/item/Java" \t "_blank)、[Perl](https://baike.baidu.com/item/Perl" \t "_blank)以及[PHP](https://baike.baidu.com/item/PHP" \t "_blank)自创的语法。它可以比[CGI](https://baike.baidu.com/item/CGI" \t "_blank)或者[Perl](https://baike.baidu.com/item/Perl" \t "_blank)更快速地执行[动态网页](https://baike.baidu.com/item/%E5%8A%A8%E6%80%81%E7%BD%91%E9%A1%B5/6327050" \t "_blank)。用PHP做出的[动态页面](https://baike.baidu.com/item/%E5%8A%A8%E6%80%81%E9%A1%B5%E9%9D%A2/8586386" \t "_blank)与其他的[编程语言](https://baike.baidu.com/item/%E7%BC%96%E7%A8%8B%E8%AF%AD%E8%A8%80/9845131" \t "_blank)相比，[PHP](https://baike.baidu.com/item/PHP/9337" \t "_blank)是将[程序](https://baike.baidu.com/item/%E7%A8%8B%E5%BA%8F/71525" \t "_blank)嵌入到[HTML](https://baike.baidu.com/item/HTML" \t "_blank)（[标准通用标记语言](https://baike.baidu.com/item/%E6%A0%87%E5%87%86%E9%80%9A%E7%94%A8%E6%A0%87%E8%AE%B0%E8%AF%AD%E8%A8%80/6805073" \t "_blank)下的一个应用）文档中去执行，执行效率比完全生成[HTML](https://baike.baidu.com/item/HTML" \t "_blank)标记的[CGI](https://baike.baidu.com/item/CGI/607810" \t "_blank)要高许多；PHP还可以执行[编译](https://baike.baidu.com/item/%E7%BC%96%E8%AF%91/1258343" \t "_blank)后代码，编译可以达到[加密](https://baike.baidu.com/item/%E5%8A%A0%E5%AF%86/752748" \t "_blank)和[优化](https://baike.baidu.com/item/%E4%BC%98%E5%8C%96/94618" \t "_blank)代码运行，使代码运行更快。

本系统采用PHP作为网页开发技术，WAMP作为开发环境，MySQL作为数据库，做了一个简单页面用于可视化显示数据库以及查看最新数据。WAMP的localhost页面如图1-4所示。

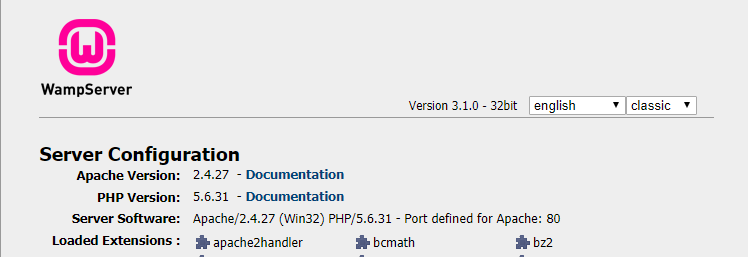


图1-4 WAMP的localhost页面

1.5 ESP8266wifi模块

ESP8266芯片是一款串口转无线模块芯片，是一款超低功耗的UART-WiFi 透传模块，内部自带固件，拥有业内极富竞争力的封装尺寸和超低能耗技术，用户操作简单，无需编写时序信号等，专为移动设备和物联网应用设计，可将用户的物理设备连接到Wi-Fi 无线网络上，进行互联网或局域网通信，实现联网功能。ESP8266模块组供引出6个引脚，其中用于通信的有四个引脚，也就是和我们单片机的USART一样的引脚，如图1-5所示。

程序部分简单来讲，用户通过USART（可以是PC端，亦可以是下位机端）给无线模块发送指令，芯片内部固件程序会根据指令集进行相应操作并给予数据反馈。因为是字符串指令操作，所以控制指令相对较为简单，而相对来说数据分析就稍微复杂一点，因为接收到的数据是字符数据，所以需要对字符串拆分出数据。



图1-5 ESP8266 wifi模块

1.6 Qt Creator

Qt是1991年有Qt公司开发的跨平台C++图形用户界面应用开发框架。可用于开发GUI程序也可用于开发非GUI程序。Qt Creator是一个用于Qt开发的轻量级跨平台集成开发环境。它为开发人员带来了两个好处，一是提供了首个专为支持跨平台开发而设计的集成开发环境（IDE），并确保首次接触Qt框架的开发人员能够迅速上手操作。

作为一个跨平台的开发环境，QT有着多种优势。

1. 优良的跨平台特性。Qt支持多种操作系统，如Windows、Linux、Solaris等系统。
2. 面向对象。Qt的良好封装机制使得 Qt 的模块化程度非常高，可重用性较好，对于用户开发来说是非常 方便的。
3. 丰富的API。Qt 包括多达 250 个以上的 C++ 类，还提供基于模板的 collections， serialization， file， I/O device， directory management， date/time 类。甚至还包括正则表达式的处理功能。
4. 支持2D/3D图形渲染，支持OpenGL

Qt的优势绝不仅仅局限于以上四个部分，它有着大量的开发文档，大量开发者的使用和支持。

1. **系统总体设计方案**
   1. 系统总体设计

本系统总体设计如图2-1所示。在本系统中，DHT11和红外热释电两个传感器与两个ZigBee设备构成一个无线传感网络，两个传感器收集数据后由终端节点通过Z-Stack协议栈与协调器节点组网，并向协调器发送传感器手机的数据，协调器再分析处理数据，发送到串口，由串口将数据传输到PC机的网关程序，同时PC机的QT网关程序对传来的数据进行分析处理，通过屏幕显示出来的同时，每收集到温度、湿度、红外热释电信息都会将其输入MySQL数据库存储。PHP编写的web页面给用户一个可视化数据库管理页面。PC机连接esp8266wifi模块，使PC机能够和手机进行通信，在手机app上能够实现对ZigBee的无线控制及数据显示。

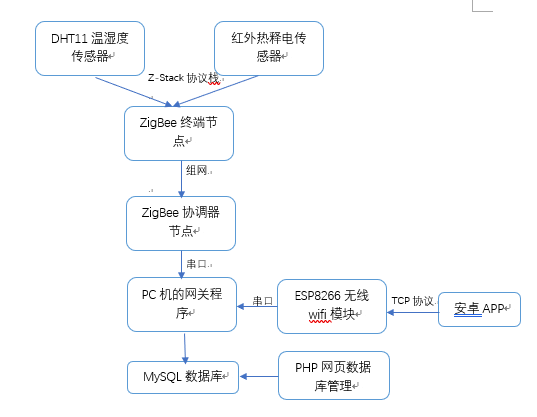


图2-1系统整体框图

2.2 各部分功能

2.2.1 数据采集部分

数据采集部分主要是ZigBee无线传感网络实现的。一个节点作为终端收集温湿度信息。另一个节点作为协调器节点，连接红外热释电传感器，负责检测是否有人员走动。温湿度信息通过Z-Stack协议栈组网将数据从终端节点发送到协调器。协调器通过串口连接PC机，PC机上的QT程序对收集到的数据进行处理显示。

2.2.2 网关部分

本系统中，PC机作为网关，PC上运行的QT程序作为网关程序。此程序负责接收同时来自ZigBee和ESP8266的信息。ZigBee部分接收的数据为传感器数据，当接收到传感器数据后，对数据进行分析处理，在对应部分显示对应数据，如实时温度、湿度、人员检测。同时QT程序集成了串口设置，实现对ZigBee和ESP8266串口的控制和设置。

程序同时还会采集来自ESP8266的数据。ESP8266wifi模块与手机APP在处于同一个网络环境的条件下，能够接受来自app的指令，再通过串口发送到QT程序上，QT再做出如开始检测、关闭检测、传回实时温湿度信息和人员检测信息。

在收集到各部分数据以后，QT程序再将数据实时同步到MySQL数据库中。

2.2.3 无线控制部分

该部分包含两个模块。第一个模块是esp8266wifi模块，esp8266是一个容易上手使用的wifi模块，通过模块内部的AT指令集，连接UART串口实现对模块的控制。

模块本身具有三种模式，分别是STA模式、AP模式、AP+STA模式。本系统中用的是AP模式，即是esp8266具有路由器的功能，能够发射wifi让其他终端连接，以便接收来自其他终端的数据。通过AT指令：AT+CEMODE=2实现，<mode>参数有：1=Station模式、2=AP模式、3=AP兼Station模式。如图2-2-1所示。

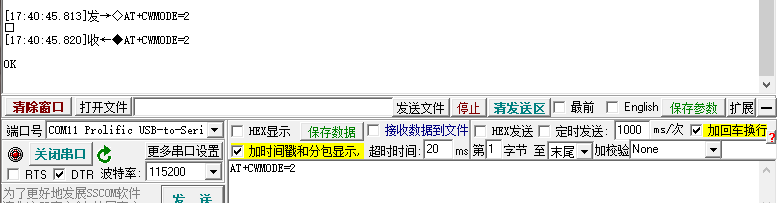


图2-2-1 设置为AP模式

第二个模块为安卓APP。安卓APP通过Socket编程，用TCP协议，使得手机在连接上来自esp8266模块的wifi后能够与esp8266通过TCP协议进行连接，进而实现对ZigBee的无线控制。

2.2.4 数据库部分

本系统中采用的数据库为MySQL，MySQL是一个[关系型数据库管理系统](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%B3%E7%B3%BB%E5%9E%8B%E6%95%B0%E6%8D%AE%E5%BA%93%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%B3%BB%E7%BB%9F/696511" \t "_blank)，由瑞典MySQL AB公司开发，目前属[Oracle](https://baike.baidu.com/item/Oracle" \t "_blank)旗下产品。MySQL 是最流行的[关系型数据库管理系统](https://baike.baidu.com/item/%E5%85%B3%E7%B3%BB%E5%9E%8B%E6%95%B0%E6%8D%AE%E5%BA%93%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%B3%BB%E7%BB%9F/696511" \t "_blank)之一，在WEB应用方面，MySQ是最好的[RDBMS](https://baike.baidu.com/item/RDBMS/1048260" \t "_blank)(Relational Database Management System，关系数据库管理系统)应用软件。MySql数据库能够有效提高数据操作的速度和灵活性。在QT程序中添加插入代码使数据能够实时存入数据库。另外系统中编写了WEB网页作为可视化数据库管理，如图2-2-2所示。

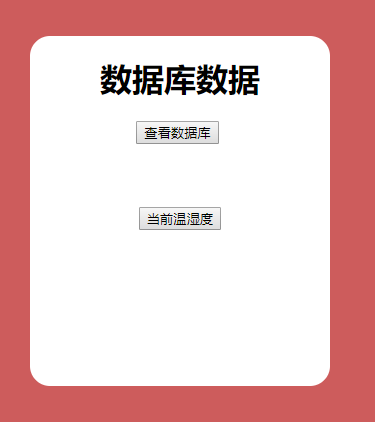


图2-2-2 web数据库页面

**3系统软件设计**

3.1 硬件部分

本系统硬件部分的软件设计主要有两个模块。第一个模块为Z-Stack协议栈的编程。该协议栈就是将各个层定义的协议都集合在一起，以函数的形式实现，并给用户提供一些API，供用户调用使用。系统中对协议栈的编程主要体现在ZigBee节点的组网和对传感器的控制代码。

第二个模块为esp8266无线wifi模块，该模块内置固件，通过UART串口使用AT指令集实现对wifi模块的基础设置。

先验证esp8266模块是否工作正常，如图3-1-1所示，出现“OK”，接一段乱码，再出现“ready”，表明该模块可以正常使用。

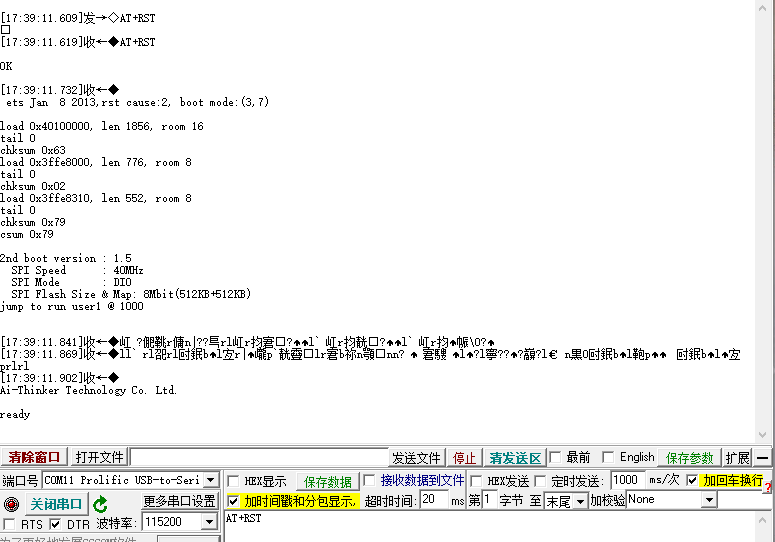


图3-1-1模块正常

建立AP模式，并通过AT指令：AT+CWSAP=<ssid>,<pwd>,<chl>,<ecn>设置AP参数，<ssid>表示接入点名称，<pwd>表示密码，最长64位，<chl>表示通道号，<ecn>表示加密方式：1=WEP，2=WPA\_PSK，3=WPA2\_PSL，4=WPA\_WPA2\_PSK,如图3-1-2所示。且可通过AT指令查看已连接设备的IP地址，如图3-1-3所示。

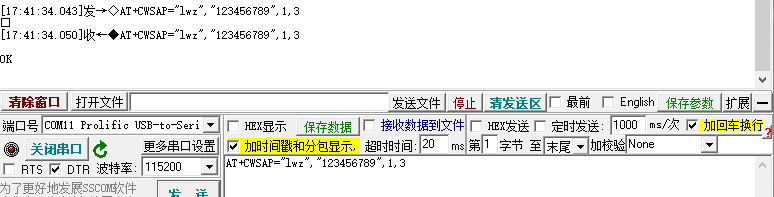


图3-1-2 AP参数设置

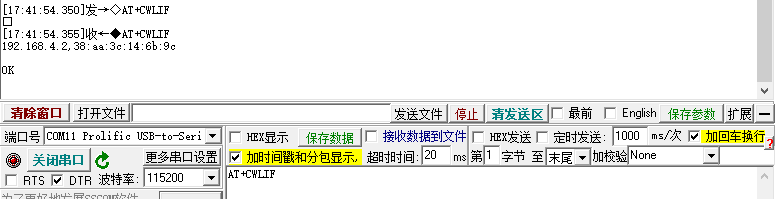


图3-1-3 查看已连接设备IP地址

通过指令：AT+CIPMUX=1;AT+CIPSERVER=1,8080；来开启多路连接模式和创建服务器。当AT+CIPMUX=1时才开启服务器，关闭服务器需要重启。即当AT+CIPMUX=0时，需要响应后再发送AT+RST。开启服务器之后会自动建立server监听，当有client接入时，会按顺序占用一个连接。如图3-1-4和图3-1-5所示。

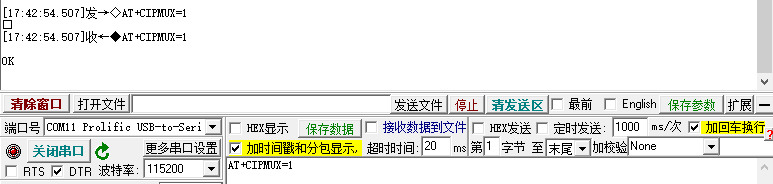


图3-1-4 开启多路连接模式

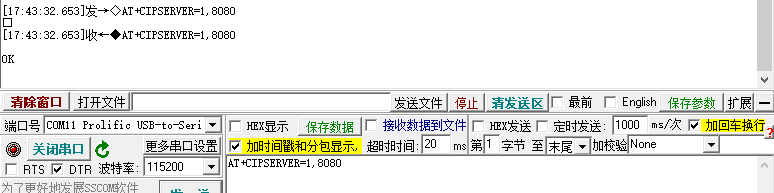


图3-1-5 创建服务器

指令：AT+CIPSTART=0,"TCP","192.168.4.2",8080;AT+CIPSEND=0,6分别表示和客户端创建TCP连接；向已经连接的0号客户端发送6个字节长度的字符，如图3-1-6和图3-1-7所示。

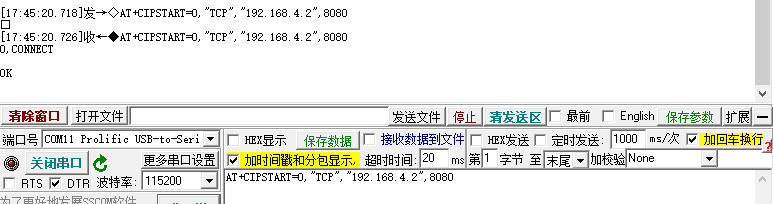


图3-1-6 建立TCP连接

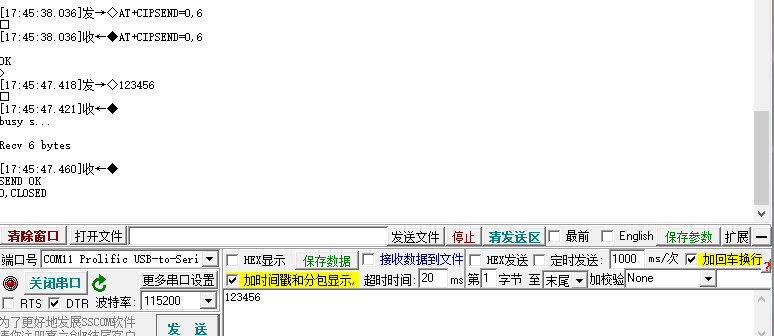


图3-1-7 发送数据

3.2 QT网关程序

网关程序分为串口设置、实时数据显示、基础控制三部分。

在串口设置部分，需要同时接收来自ZigBee和wifi模块的数据，故分别对两部分的串口进行设置。再设置一个QT内部定时器，当接收到来自串口的数据时，QT启动定时器，开始接收数据，100毫秒以后数据接收完毕，此时QT接收到完整数据，然后对数据拆分处理，显示温度、湿度、红外信息，最后通过可视化界面将数据显示出来。

3.3 安卓APP

本系统中安卓app能够实现对ZigBee传感网络的无线控制，主要是通过在Adroid Studio集成开发软件上开发程序实现。程序内部通过Socket编程，利用TCP协议，与ESP8266wifi模块进行连接，从而实现对数据的采集和控制。

**4系统测试**

4.1 硬件测试

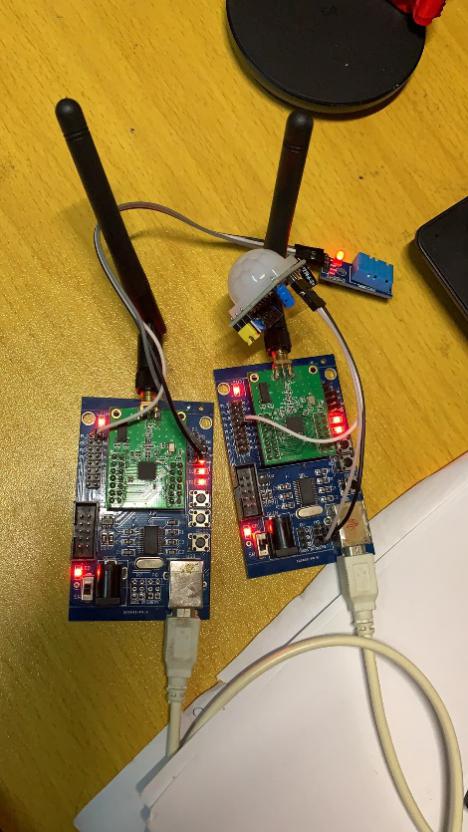


图4-1 ZigBee及传感器

如图4-1所示，在两个节点组网之前，LED3等会匀速闪烁，当组网成功时，LED3会常亮，同时终端节点的LED2和LED1每发送一次数据就闪烁一次。当检测到有人时，协调器节点的LED1和LED2会交替闪烁模拟报警。

4.2 软件测试



图4-2-1检测页面



图4-2-2检测有人界面



图4-2-3APP检测页面

图4-2-1和图4-2-2所示是QT网关程序接收的温湿度和红外信息，图4-2-3是手机端APP接收到的数据以及无线控制的功能按钮。数据正确传输，符合预期结果。

**5总结与展望**

5.1 总结

本系统初步实现了家居传感网络的创建以及对系统的无线控制，系统相对完善。在解决及分析了困难之后，做出了以下总结。

在设计时，应对整个项目有具体的了解，明白各个部分需要什么模块，各个功能大体需要如何实现，这样在制作过程中才能遵循目标正确前进，避免毫无目的地制作而手忙脚乱。

系统整体方案虽然实现了，但仍然存在部分细节问题。要仔细修正改进各个问题。做完这次毕业设计之后，收获很大，在这个过程中，不仅对所学的专业知识加深了巩固，还有的就是面对问题发现问题，到独立处理问题的能力。

5.2 展望

因为技术上的原因，以及时间、金钱问题，本系统的设计显得很粗糙，还有很多不足之处，无法在系统的基础上添加更丰富的功能和提高功能的易用性。今后我将会继续努力学习，不断提升自己的品德修养和专业素养。经过多次考量，该系统有几点需要改进的地方：

1. 数据库放到云端服务器，实现数据的云存储。
2. 无线控制从局域网扩展到互联网。
3. 添加更丰富的功能
4. 可视化界面的优化

参考文献

1. 王小强，欧阳骏，黄宁淋 《ZigBee无线传感器网络设计与实现》[M].北京：化学工业出版社.
2. 李正明，张兴伟，基于ZigBee技术的无线智能安防系统的设计[J],计算机与现代化，2012,9.
3. 翟恒志. 基于无线网络的智能安防系统设计[D].曲阜师范大学,2017.
4. 王欣蕾,刘念.基于ESP8266模块的数据采集与上传系统的设计与实现[J].科技风,2018(27):114.
5. 吴允强,吴由松.基于ESP8266的智能家居控制系统设计[J].电子测试,2017(21):9+24.
6. 周晓东。基于ESP8266的Wi-Fi探针技术研究[A]。管理科学与工业工程研究所。2017年第五届机电一体化，材料化学与计算机工程国际会议论文集（ICMMCCE 2017）[C]。管理科学与工业工程研究院：计算机科学与电子技术国际学会（计算机科学和电子技术国际学会），2017年：5。