



广州大学华软软件学院

South China Institute of Software Engineering.GU

毕业论文(设计)

课题名称	智能楼宇监控和管理系统
	设计与实现——本地端
系 别	计算机系
专业(方向)	物联网工程
班 级	15级物联网工程一班
学生姓名	甘俊辉
指导教师	李福芳
完成日期	2019年4月10日

教务处 制

毕业论文（设计）真实性诚信保证书

本人所撰写的毕业论文（设计）是在老师指导下独立完成，没有弄虚作假，没有抄袭或拷贝他人研究成果。我郑重承诺：文责自负。

签 名：甘
2019年 5 月 10 日

广州大学华软软件学院

本科毕业设计任务书

设计题目 智能楼宇监控和管理系统

设计与实现 —— 本地端

系 别 计算机系

专 业 物联网工程

班 级 2015 级物联网工程一班

学 号 1540707131

学生姓名 范俊辉

指导教师 李福芳

下发时间： 2018 年 06 月 23 日

毕业设计须知

1、认真学习和执行广州大学华软软件学院学生毕业论文（设计）工作管理规程；

2、努力学习、勤于实践、勇于创新，保质保量地完成任务书规定的任务；

3、遵守纪律，保证出勤，因事、因病离岗，应事先向指导教师请假，否则作为缺席处理。凡随机抽查三次不到，总分降低 10 分。累计缺席时间达到全过程 1 / 4 者，取消答辩资格，成绩按不及格处理；

4、独立完成规定的工作任务，不弄虚作假，不抄袭和拷贝别人的工作内容。否则毕业设计成绩按不及格处理；

5、毕业设计必须符合《广州大学华软软件学院普通本科生毕业论文（设计）规范化要求》，否则不能取得参加答辩的资格；

6、实验时，爱护仪器设备，节约材料，严格遵守操作规程及实验室有关制度。

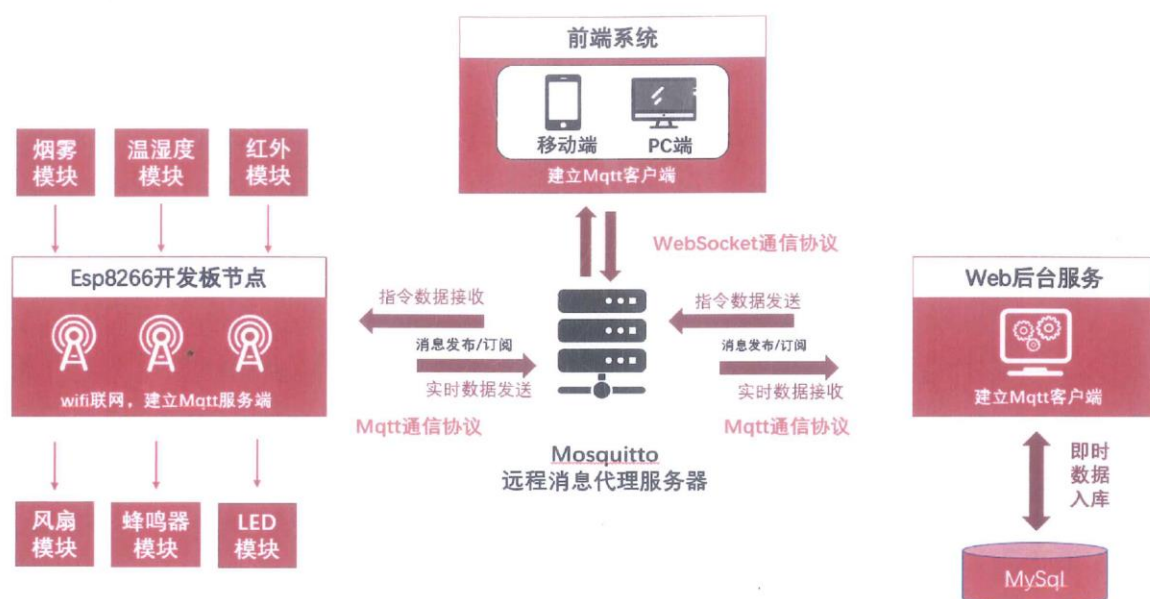
7、妥善保存《广州大学华软软件学院本科毕业设计任务书》。

8、定期打扫卫生，保持良好的学习和工作环境。

9、毕业设计成果、资料按规定要求装订好后交指导教师。凡涉及到国家机密、知识产权、技术专利、商业利益的成果，学生不得擅自带离学校。如需发表，必须在保守国家秘密的前提下，经指导教师推荐和院领导批准。

课题名称	智能楼宇监控和管理系统设计与实现——本地端
完成日期:	2019 年 02 月 10 日
<p>一、题目来源及原始数据资料:</p> <p>本设计题目来源于指导老师的想法,结合了自身专业基于物联网应用开发项目;原始数据资料来源于中国知网的参考文献以及自身的想法。</p>	
<p>二、毕业设计要求:</p> <p>1. 概述</p> <p>本系统提出的是一种企业级楼宇自动化管理系统的解决方案,能实现安防监控、楼宇管理、客户服务、物业管理等功能。在整个智能楼宇系统设计中,本文主要研究智能楼宇感知层的数据采集、网络层的数据传输。其控制部分是以 ESP8266 开发板为核心,利用各种传感器精准地采集感知层数据,通过 WIFI 网络、MQTT 通信协议以及消息代理服务器建成了区域无线传感网络,从而实现对大楼的实时环境监测、火灾预警、夜间巡逻、一键上下班等功能。</p> <p>当前行业客户在面临如下挑战:</p> <p>1) 在楼宇安防管理方面,仍然缺少及时性较强的应急监控系统。对于楼宇防灾,普通楼宇无法通过直观数据及时感知获取着火点的位置与实时的环境情况。对于防盗,夜间巡逻需要耗费人力进行定时走动巡逻,且无法及时捕捉可疑人员位置及行动路径,防盗漏洞多。</p> <p>2) 楼宇管理系统离散,管理资源浪费:是各个子系统独立工作、独立管理,之间没有信息互通。从建设和管理的角度来看,每个系统都需要有专门的管理人员来管理维护,都会造成资源的浪费。</p> <p>3) 系统缺失,无法实现统一管理:是在系统设计初期没有考虑到未来的业务扩展,随着时间的推进,已有的系统不能满足需求,而需要增加的业务又不能和已有的系统相融合,无法实现统一管理。</p> <p>4) 缺少相应的规范,楼宇智能化设计存在缺陷:现在发达国家的智能建筑系统大都是按照建筑物使用功能进行设置,尽管没有刻意把智能化放在建设目标上,但是智能化系统的装备技术是先进的,系统的设置是完备的,系统的工程设计是合理的,系统的运行状态是良好的。</p>	

2. 系统框图



3. 功能

1) 环境监测功能

智能楼宇的环境监测功能，主要是监测楼宇和楼层的温度和湿度。温湿度模块可以实时监测到大楼的温度和湿度，5分钟内对100条数据进行平均值计算，当达到设定的环境阈值时，立刻开启通风风扇排气降温。同时用户可以实时查看到大楼各个区域的具体温湿度变化和收到预警短信。

2) 火灾预警功能

智能楼宇的火灾预警功能，主要是通过气敏烟雾模块和温湿度模块来实时监测可燃性气体浓度和温度。当大楼的可燃性气体浓度或者温度达到用户设定的阈值时，蜂鸣器就会报警，同时通风风扇立刻开启，以及用户可以实时查看到大楼各个区域的气体浓度和具体温湿度变化以及收到预警短信，这样可以迅速掌握大楼里火灾预警情况。

3) 夜间巡逻功能

智能楼宇的夜间巡逻功能，主要是通过人体红外模块在夜间实时监测到大楼的可疑人物，当连续判断出现8次，系统就判断为有可疑人物出现，蜂鸣器就会报警，同时夜间值班的人员就会收到短信，值班的人员就可以根据查看短信内容去及时查看可疑区域的具体情况。这样可以减少夜间巡逻的人力物力和准确判断可疑人物出现的位置。

4) 一键上下班

智能楼宇的一键上下班功能，主要是通过控制 LED 模块去控制整个区域的照明系统，当上班时候，管理员就开启楼宇的上班照明开关系统，下班就关闭楼宇的照明开关系统，起到一键控制灯光的智能照明功能。这样不仅能满足快速便捷的办公需求，还能避免了忘记关灯造成资源浪费。

三、进度安排、应完成的工作量：

2018 年第 9 月：资料搜集与系统设计与可行性分析，完成毕业设计任务书。

2018 年 10 月：完成各种传感器、硬件和相关物品的采购和硬件系统构建。

2018 年 12 月：完成系统的搭建、模型的构造、底层与上层的通讯。

2018 年 12 月：系统集成与优化。

2019 年 1 月：系统的进一步完善，撰写与修改毕业论文。

2019 年 2 月：提交论文、准备答辩。

四、主要参考文献

[1] 辛增念. 传感器技术在机电一体化的应用研究[J]. 黑龙江科技信息, 2014(24):65-77.

[2] 李晓阳. WiFi 技术及其应用与发展[J]. 信息技术, 2012, 36(02):190-198.

[3] 蓝秀清. 基于物联网技术的智能楼宇解决方案[J]. 科技风, 2017(11):75.

[4] 任亨, 马跃, 杨海波, 贾正锋. 基于 MQTT 协议的消息推送服务器[J]. 计算机系统应用, 2014, 23(03):77-82.

[5] 魏国. 智能楼宇安防监控系统设计[J]. 信息技术与信息化, 2017(09):76-77.

[6] 樊尚春. 传感器技术及应用[M]. 科技信息, 2010:42-55.

[7] “2018 新型智慧城市发展与实践研究报告”, <http://www.199it.com/archives/715573.html> (2018/4/25) .

[8] 黄宏聪, 齐鹏飞, 郑青松. 基于物联网的智能楼宇综合管理系统架构设计[J]. 智能建筑与智慧城市, 2018(12):89-91+96.

指导教师（签名）：

李福芳

系（教研室）主任（签名）：

陈建锋

广州大学华软软件学院
本科毕业论文（设计）成绩单

姓名	范俊辉	学号	1540707131	专业（方向）	物联网工程
题目	智能楼宇监控和管理系统设计与实现——手机端				
指导教师评语 （占论文总成绩的60%）	<p>毕业设计论述智能楼宇监控和管理系统手机端，以Tensilica L106处理器搭载ESP8266为核心，完成数据的采集与短距离传输，ESP8266开发板与Web后台服务端使用MQTT通信协议，功能丰富。该生能够综合运用所学的知识，积极主动与老师交流沟通毕设的各种问题。</p> <p>成绩：58</p> <p style="text-align: right;">签名：李福芳 2019年4月23日</p>				
评阅教师评语 （占论文总成绩的20%）	<p>该生论文格式规范，条理清晰，从论文各部的表述来看，很好地完成了任务书的要求，物联网技术和智能楼宇的结合，具有很好的实用价值。</p> <p>成绩：18</p> <p style="text-align: right;">签名：李福芳 2019年4月26日</p>				
答辩组评语 （占论文总成绩的20%）	<p>论文完成质量较高，设计实现的功能较丰富，能正常演示，该生能在规定时间内熟练、扼要地陈述论文的主要内容，能恰当回答与论文有关的问题。</p> <p>成绩：17</p> <p style="text-align: right;">答辩组成员：李福芳、李健康 2019年4月28日</p>				
总成绩	<p style="text-align: center;">93 优</p> <p style="text-align: right;">系主任签名：陈建峰 2019年4月30日</p>				



范俊辉_智能楼宇监控和管理系统设计与实现—— 本地端

【原文对照报告-大学生版】

报告编号: 359e1b5702b2d0a3

检测时间: 2019-05-09 21:24:42

检测字数: 19,391字

作者名称: 范俊辉

所属单位: 广州大学华软软件学院

检测范围:

- | | | |
|------------------|-----------------|-------------------|
| ◎ 中文科技期刊论文全文数据库 | ◎ 中文主要报纸全文数据库 | ◎ 中国专利特色数据库 |
| ◎ 博士/硕士学位论文全文数据库 | ◎ 中国主要会议论文特色数据库 | ◎ 港澳台文献资源 |
| ◎ 外文特色文献数据全库 | ◎ 维普优先出版论文全文数据库 | ◎ 互联网数据资源/互联网文档资源 |
| ◎ 高校自建资源库 | ◎ 图书资源 | ◎ 古籍文献资源 |
| ◎ 个人自建资源库 | ◎ 年鉴资源 | ◎ IPUB原创作品 |

时间范围: 1989-01-01至2019-05-09

检测结论:

全文总相似比	=	复写率	+	他引率	+	自引率	+	专业术语
5.59%		5.58%		0.01%		0.00%		0.00%

其他指标:

自写率: 94.41%

专业用语: 0.00%

高频词: 模块, 系统, 楼宇, 数据, 管理

典型相似性: 无

指标说明:

复写率: 相似或疑似重复内容占全文的比重

他引率: 引用他人的部分占全文的比重, 请正确标注引用

自引率: 引用自己已发表部分占全文的比重, 请正确标注引用

自写率: 原创内容占全文的比重

专业用语: 公式定理、法律条文、行业用语等占全文的比重

典型相似性: 相似或疑似重复内容占互联网资源库的比重, 超过60%可以访问

总相似片段: 132

洪琴
2019.5.10

摘要 本文提出的是一种企业级楼宇自动化管理系统的解决方案，能实现安防监控、楼宇管理、客户服务和物业管理等功能。

在整个智能楼宇系统设计中，本文主要研究智能楼宇感知层的数据采集、网络层的数据传输。其控制部分是以 Esp8266 开发板为核心，利用各种传感器精准地采集感知层数据，通过 WIFI 网络、MQTT 通信协议以及消息代理服务器建成了区域无线传感网络，从而实现对大楼的实时环境监测、火灾预警、夜间巡逻和一键上下班等功能，同时操作支持现场和远程控制功能。

关键词 智能楼宇；MQTT 通信协议；远程控制；NodeMcu

ABSTRACT This thesis presents a solution for an enterprise-level building automation management system that enables security monitoring, building management, customer service, and property management.

In the design of the entire intelligent building system, I am mainly responsible for the data collection of the intelligent building sensing layer and the data transmission of the network layer. The control part is based on the Esp8266 development board. It uses various sensors to accurately collect the sensing layer data, and builds a regional wireless sensor network through WIFI network, MQTT communication protocol and message proxy server, thus realizing the real-time environment of the building. Monitoring, night patrol, lighting control, building alarms, etc., while operating on-site and remote control functions.

KEY WORDS Intelligent building;Remote control;NodeMcu;MQTT
Communication Protocol

目 录

1 前 言.....	1
1.1 项目研究背景	1
1.2 智能楼宇的发展现状	2
1.3 项目研究目的与意义	2
1.3.1 社会效益.....	2
1.3.2 经济效益.....	2
1.4 论文主要研究内容	3
2 系统需求分析.....	4
2.1 角色分析	4
2.1.1 角色一物业管理公司管理员.....	4
2.1.2 角色二入驻楼宇的企业用户.....	4
2.2 需求分析	5
2.2.1 功能性需求分析.....	5
2.2.2 非功能性需求分析.....	6
2.3 可行性分析	6
2.3.1 技术可行性分析.....	6
2.3.2 经济可行性分析.....	6
2.3.3 社会可行性分析.....	7
2.4 性能评估分析	7
2.4.1 消息代理服务性能分析.....	7
2.4.2 服务质量性能分析.....	8
2.5 系统运行环境及开发工具	8
3 系统总体设计.....	9
3.1 系统的约束因素	9
3.2 系统总体架构	9
3.3 系统相关技术	10
3.3.1 传感器感知技术.....	10

3.3.2WIFI 网络技术.....	10
3.3.3MQTT 技术.....	11
3.3.4 基于 MD5 相关安全技术.....	12
3.4 系统功能	12
3.4.1 环境监测功能.....	12
3.4.2 火灾预警功能.....	13
3.4.3 夜间巡逻功能.....	13
3.4.4 一键上下班功能.....	13
3.5 系统硬件设计	13
3.5.1 底层模块的选择.....	13
3.5.2 网络层通信技术选择.....	14
4 系统的实现.....	15
4.1 硬件系统架构	15
4.2 系统硬件选型	16
4.3 系统硬件实现	17
4.3.1Esp8266 开发板.....	17
4.3.2WIFI 模块.....	18
4.3.3NodeMcu	18
4.3.4 烟雾气敏模块.....	19
4.3.5 人体红外模块.....	21
4.3.6 温湿度传感器模块.....	22
4.3.7 风扇驱动模块.....	24
4.3.8 蜂鸣器模块.....	25
4.3.9LED 模块.....	26
4.4 系统软件实现	28
4.4.1 控制底层模块实现.....	28
4.4.2 烟雾气敏读取设计与实现.....	29
4.4.3 人体红外读取设计与实现.....	30
4.4.4 温湿度模块读取设计与实现.....	31

4.4.5 风扇驱动读取设计与实现.....	33
4.4.6 蜂鸣器读取的设计与实现.....	33
4.4.7LED 模块读取设计与实现.....	33
4.4.8WIFI 模块的设计与实现.....	34
4.4.9MQTT 设计与实现.....	35
4.4.10 基于 MD5 的发送与订阅机制.....	36
4.4.11 预警短信通知设计与实现.....	36
5 系统测试.....	37
5.1 功能测试	37
5.1.1 获取环境数值测试.....	37
5.1.2 智能驱动模块测试.....	38
5.1.3 智能 WIFI 模块连接测试.....	41
5.2 强壮性测试	42
6 总结与展望.....	43
6.1 总结	43
6.2 展望	43
7 参考文献.....	44
8 致 谢.....	45

1 前言

本系统基于传感器技术，无线通信技术，嵌入式开发技术，服务器开发技术于一体的企业级的智能楼宇系统。这是一套智能楼宇控制系统不仅具备环境监测功能、火灾预警功能、夜间巡逻功能和一键上下班功能。

1.1 项目研究背景

近年来，随着人口越来越密集、智慧城市建设步伐的不断加快，人们对智能楼宇的需求正处于上升期；同时由于房地产开发商、物业管理公司对自身所服务的楼盘与楼宇建筑监督不善，楼宇事故发生率一直高居不下，常出现楼宇火灾、有害气体泄漏等典型的安全事件。因此，如何打造一套更加绿色、安全、高效、完善的现代化智能楼宇解决方案是迫切需要的。2018 年 4 月 25 日，中国信息通信研究院产业与规划研究所所长胡坚波发布了《2018 新型智慧城市发展与实践研究报告》，该报告中指出，利用移动物联网技术推动智慧城市的供给能力，特别是推进智能楼宇的发展与城市化的进程^[1]。所以，在这样的需求大背景下，提升建筑空间的智能化和信息化已然成为建筑行业的发展趋势，集成安防监控系统与办公自动化系统的楼宇监控平台将在行业中发挥更大的优势。如图 1-1 所示。

数据来源于互联网



图 1-1 近五年智能楼宇市场规模

1.2 智能楼宇的发展现状

基于物联网的智能楼宇在国内外正处于一个上升阶段。但就目前的智能楼宇建筑还存在不足的地方，比如：

- 1) 在楼宇安防管理方面，仍然缺少及时性较强的应急监控系统。对于楼宇防灾，普通楼宇无法通过直观的数据及时感知获取着火点的位置与实时的环境情况。对于防盗，夜间巡逻需要耗费人力进行定时定点走动巡逻，防盗漏洞多。
- 2) 楼宇管理系统整体分散，浪费资源。楼层之间没有信息交换，即是子系统独立工作。从负责楼宇工作者的角度来看，楼层之间需要专业人员来管理和维护，这将浪费资源。
- 3) 楼宇管理系统扩展性差，统一管理无法实现。随着时间推移，在以后的系统使用中无法满足需求，同时目前市场上还不能对整个楼宇进行统一的管理。

1.3 项目研究目的与意义

对比了目前智能楼宇的现状和不完善的地方，本论文根据新型的智能楼宇的要求，提出了一种企业级楼宇自动化管理系统的解决方案，该智能楼宇不但具备环境监测功能、火灾预警功能、夜间巡逻功能还有一键上下班功能。

1.3.1 社会效益

该项目的实施，有利于推进新基础物联网设施全面增强城市服务能级，促进智能楼宇坚持绿色办公的常态化、标准化管理，保持智能楼宇的监控成效的连续性和稳定性，使管理者在针对智能楼宇的安防监控与客户服务以及后期响应等方面的业务能力得到很大的提高。并且在推进全国经济社会的可持续发展，保障人民的生活水平等方面起到积极的作用，让新服务带给人们更多的获得感和幸福感。也是贯彻落实国家的智慧城市的规划，为加快安全、绿色、高效的城市建设步伐，建设智慧城市具有长远的战略意义。

1.3.2 经济效益

智能楼宇项目建设完成后，将有效地降低管理者的监管成本、提高监管效率。将促使城市楼宇环境监测手段的完善和环境管理水平的提高，一旦发生环境异常事件时就会做出相对应的报警响应，短信及时通知对方，避免造成不必要的经济损失。系统可持续收集数据、分析结果快、监测结果准确可靠和信息量大，可实时掌握重点楼宇的详细情况，为管理部门、企业用户提供依据，为区域经济社会发展提供科

学依据，可减少浪费人力、物力造成的经济损失。通过加强环境监测，预防事故，改善城市智能楼宇环境，吸引人才和外来投资者，促进城市经济的发展。

1.4 论文主要研究内容

本论文主要研究的内容可分为感知层和网络层。感知层是利用 Esp8266 核心控制板以及各种模块为系统提供稳定的数据采集；网络层是利用 WIFI 技术和 MQTT 通信协议为应用层提供准确的数据。通过对这两个层的研究，开发一个企业级楼宇自动化管理系统的解决方案，解决了环境监测功能、火灾预警功能、夜间巡逻功能和一键上下班功能，帮助入驻楼宇的物业管理公司管理员与入驻楼宇的企业用户更好地管理楼宇企业等。

2 系统需求分析

本章节从五个方面对系统需求全面地介绍，其中包括角色分析、需求分析、可行性分析、系统运行环境及开发工具和性能评估分析。

2.1 角色分析

拟将入驻楼宇的物业管理公司管理员与入驻楼宇的企业用户作为本平台的主要使用对象，基于两类对象的需求从监控与管理两个方面分别进行应用创新研究。

2.1.1 角色一物业管理公司管理员

对于物业管理公司来说，常常面临一个企业管理多栋楼宇或多个楼盘的情况，需要花费大量的金钱和物业管理团队对楼宇进行安全管理、处理业主需求以及单位房源的管控。因此，这一类对象是楼宇监控与管理系统的核心使用对象之一。为解决该对象在企业运行管理过程中出现的行业痛点，进行以下功能需求分析。

- 1) 管理楼宇众多，信息管理难度大。
- 2) 设备报修、物品放行流程复杂，服务效率低。
- 3) 资源精细化管理不足：物业管理公司拥有庞大的资源，包括房源、客户资源、物品资源以及设备资源等，目前管理不够精细，对于资源的利用和调配，缺乏统一的平台进行管理。
- 4) 安全隐患发现难度大，处理速度滞后：对于物业管理公司来说安全问题一直是一个老大难的问题，有不少物业管理公司制定了《安全管理体系》对楼宇安全进行管理，但监管效果往往不明显，用户更希望能够减少人力的投入获得更迅速有效的安全防控机制来保障楼宇安全。

2.1.2 角色二入驻楼宇的企业用户

入驻楼宇的企业用户是楼宇主要的主要使用对象，也是物业管理公司的主要服务对象。租户希望自己拥有舒适、便捷又安全的办公环境。当住户入驻楼宇过程中出现房间设备损坏、装修出入被限制等情景下，需要借助于其所属的物业管理单位进行沟通协调，将耗费业主大量的精力与时间，为简化业主与物管公司之间的常规业务流程，将入住楼宇的业主也作为本系统的核心使用对象进行以下功能需求分析。

- 1) 租金缴纳流程繁琐，易遗忘：对于入驻楼宇的业主来说，房屋租金可能是每

个月或每个季度都要进行的事情；常常因为忘记缴费日期而导致逾期的现象。

- 2) 传统报修方式存在缺陷：房屋的硬件设备当使用时间到了一定期限时常出现设备损坏的问题；传统的报修方法是通过找到物业的联系方式，向物业管理单位表述设备损坏情况，以及维修时间。而这种报修方式无论是对于物业或者业主来说都是极其不方便的，口头表述有误、记录漏缺以及维修时间变更等问题都将对报修流程造成影响。
- 3) 安全隐患发现晚，错过逃跑时机。
- 4) 下班断电易遗漏：关灯、断电是每个企业下班后的常规操作，以节省电力资源，防止出现安全隐患。但是对于办公面积比较大的环境，如果下班前需要一一检查并关闭电源，将花费用户大量的时间。

2.2 需求分析

通过对角色的分析，我们对不同角色的需求展开了其功能性分析。其分析如下。

2.2.1 功能性需求分析

- 1) 作为物业管理公司管理员，本系统需要完成如下的功能：
 - (1) 针对管理楼宇众多，信息管理难度大，本系统地物业管理公司管理员可以通过系统创建并录入楼宇信息、区域信息实现对楼宇的信息化管理。
 - (2) 针对设备报修、物品放行流程复杂，服务效率低，本系统有可靠的，可追查的业务工单流转平台，有效缩短工单处理周期，加快工单流转过程，保障与业主之间业务处理渠道畅通。
 - (3) 针对资源精细化管理不足，本系统对于资源的利用和调配，有统一的平台进行管理。
 - (4) 针对安全隐患发现难度大，处理速度滞后，本系统是一套及时响应，及时通知物业管理公司管理员，能迅速地排查安全问题。
- 2) 作为入驻楼宇的企业用户，本系统需要完成如下地功能：
 - (1) 针对租金缴纳流程繁琐，易遗忘，本系统中业主能够通过系统在线上对物业管理费、租金进行支付。
 - (2) 针对传统报修方式存在缺陷，本系统有完善报修流程，业主只需要在线上申请，就有业务清单，物业管理公司管理员也有收到一个清单，及时

安排维修人员进行维修，方便，快捷。

- (3) 针对安全隐患发现晚，错过逃跑时机，本系统中企业对于自身所处的室内环境能够进行实时的可视化的监测，当室内环境发生安全事故时，系统能够第一时间做出响应，并发出预警信息，为自身的安全提供保障。
- (4) 针对下班断电易遗漏，本系统有一套完善的关灯、断电机，能做到一键关灯，一键开灯，节省电力资源，人力资源。

2.2.2 非功能性需求分析

- 1) 各个模块相互独立，易修改，扩展性强。
- 2) 本系统采用的大部分模块都是可调节的模块，可以满足系统对精度的要求。
- 3) 通信数据的安全性，数据传输时候，对 MQTT 主题号进行加密处理，一旦被拦截也不容易被分析，保证系统的安全稳定性。
- 4) 整个智能楼宇系统具备出错机制处理，容错性高且保证系统稳定运行。

2.3 可行性分析

2.3.1 技术可行性分析

在感知层上主要是应用了各种传感器模块连接，采集各个模块的数据，通过协议传输数据，校验后取得准确值。

同时感知层是用轻量的脚本语言 LUA 进行开发的，同时提供了扩展接口和机制，编译后二百 K 左右，可以很方便的嵌入到程序里。

在网络层上是使用 WIFI 模块传输传感层的数据，通过 MQTT 协议，同时与应用层连接，及时对传输上来得数据加以应用，同时具有以下技术特点。

- 1) WIFI 技术优势是速度快且安全。
- 2) MQTT 协议是一个轻量级的发布订阅协议。
- 3) MySQL 数据库是一种企业级同时具有可靠性的关系型 Database 程序。

所以本系统在感知层和网络层上的技术应用都是可行的。

2.3.2 经济可行性分析

智能楼宇在硬件上购买了 4 个核心开发板和一些底层模块，价格成本较低，以及需要中国移动网络套餐，每月资费 18 元。硬件具体购买详情如下表。

表 2-1 硬件购买明细

名称	单价	个数	总金额
开放板	45	4	

续表 2-1

名称	单价	个数	总金额
气敏模块	4 元	4 个	264 元
夜间感应模块	5 元	4 个	
蜂鸣器模块	3 元	4 个	
风扇驱动模块	5 元	4 个	
LED 模块	4 元	4 个	

同时租用了一台阿里云服务器，选择阿里云轻量级应用服务器 1 核/1GB 内存，40GB 硬盘类型的套餐，并且以学生认证的身份进行申购，每月资费 9.9 元，因此也是较实惠的。

所以，无论在硬件采购和其它费用上都是比较实惠的，即本系统在经济上可行。

2.3.3 社会可行性分析

- 1) 本项目是以学术研究为目的，在法律上不具有任何侵权行为。
- 2) 本系统研究所涉及到的技术都为开源技术，如：LUA、WIFI、MQTT、NODEMCU 开发等技术。
- 3) 本系统开发的工具等均为开放的。

2.4 性能评估分析

2.4.1 消息代理服务器性能分析

为使楼宇监控与管理系统平台的感知层监测的数据具备稳定的传输能力,对消息代理服务器进行性能分析。

本系统使用轻量级 Mosquitto 作为消息代理服务器,具有传输速度快、稳定和并发量高等特点,同时支持发布/订阅的消息推送模式,从而作为系统的中间件去实现本套系统的即时通信功能。

在 Mosquitto 服务器中,提供了 ping/pong 功能来判断客户端与服务器是否连接。一种情况就是客户端会在 KeepaLive 时间内主动发一条信息到服务器,证明自己存在,表明客户端有服务器还建立连接;另一种情况就是在 KeepaLive*1.5 时间范围内,服务器没有接收到信息,则认为这个连接失效了,服务器就主动断开这个连接。

最重要的是 KeepaLive 的值设定对 Mosquitto 的性能产生极大的影响。如果过大,则无法及时判断异常发生,如果太小,不仅浪费带宽,而且容易造成误判。

2.4.2 服务质量性能分析

本系统是基于 MQTT 来讨论服务质量 Qos 的，即在发布信息或者订阅信息时可以设计 Qos 级别。Qos 可以分为三个等级，当 Qos 等级为 0 时，最多发送一次消息，代理服务器 Mosquitto 有可能没有接受到指令；当 Qos 等级为 1 时，最少发送一次消息，代理服务器 Mosquitto 有可能接受到重复消息；当 Qos 等级为 2 时，只发送一次消息，代理服务器 Mosquitto 肯定会收到消息。

所以，本系统在网络层采用 Qos 为 1 进行数据传输，虽然增加反复确认过程，增加系统的能耗，但可以保证系统数据的准确性，为数据的可靠性提供保证。

2.5 系统运行环境及开发工具

本系统在研究中所用到的工具以及运行的环境，都在以下的表格中罗列，如下表。

表 2-2 具体实施详情

名称	具体名称	详细版本
开发操作系统	64 位微软系统	Windows 10 专业版
开发语言	LUA	5.0.2
编程开发集成环境	LUAForWindows	5.1.4-46
感知层烧写固件工具	FLASH_DOWNLOAD_TOOLS	2.4_150924
感知层烧写工具	ESP10RER	单文件带环境的 64 位版
串口驱动	CH340	无
可视化管理工具	Navicat Premium	11.1.13
消息代理服务器	Mosquitto	1.7.14 版本
可视化统计视图工具	Tableau	10.5
可视化框架视图工具	PowerPoint	2016
消息通讯协议	MQTT	3.1.1

3 系统总体设计

3.1 系统的约束因素

约束一：必须用 MICROUSB 安卓的手机数据线连接开发板子。

约束二：网络层 WIFI 模块必须依靠热点才能够正常上网，否则传感层的数据无法发送。

约束三：应用层的 PC 端、移动端的访问监控管理平台必须保证 Internet 网络正常。

3.2 系统总体架构

本设计的智能楼宇系统可分为传感层、网络层和应用层。关于传感层主要负责数据的采集和数据的传输，传感层是使用 Esp8266 开发板作为控制核心，获取到各种模块的数据后，利用模块遵循的协议传输数据到消息代理服务器。最后，应用层从消息代理服务器获取数据，对数据进行应用和后台服务端对消息代理服务器的数据分析处理，校验成功后把数据传入数据库。同时，Esp8266 开发板也能接收应用层的指令，并做出相应的响应。

Esp8266 开发板与 WEB 后台服务端之间是使用 MQTT 通信协议。

Mosquitto 消息代理服务器与应用层之间是 WebSocket 通信协议。

根据以上对系统架构的分析，得到图 3-1 的系统架构图如下。

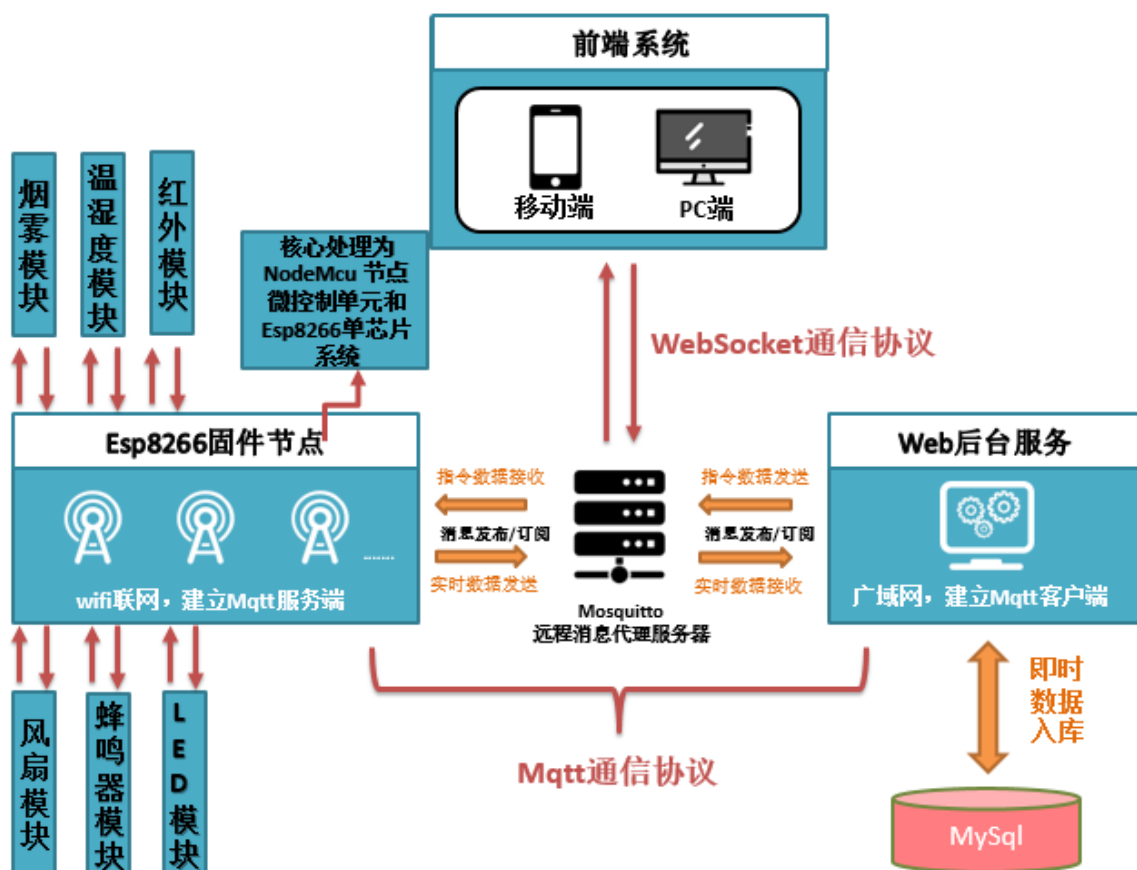


图 3-1 系统框架图

3.3 系统相关技术

智能楼宇系统的感知层及网络层在开发及实施中技术选型方面上选用传感器感知技术、WIFI 网络技术、MQTT 技术、基于 MD5 相关安全技术。

3.3.1 传感器感知技术

传感器感知技术是对电子和电器设备进行探测的一种感知技术。本系统主要是利用各个集成的传感器模块的物理信号转化为电信号，然后电路对电信号进行放大，从而达到对系统的环境进行采集或者做出响应的目的。

3.3.2 WIFI 网络技术

WIFI 技术是一种无线局域通信技术，遵守 IEEE 802.11 网络协议规范，无线电波覆盖范围广，WIFI 半径达到 100 米，负责整个楼宇感知层采集的数据的传输；传输速度不仅快，而且可靠性高，有效保障楼宇感知层的网络的可靠性和稳定性。本系统的 WIFI 网络拓扑图，如图 3-2 所示。

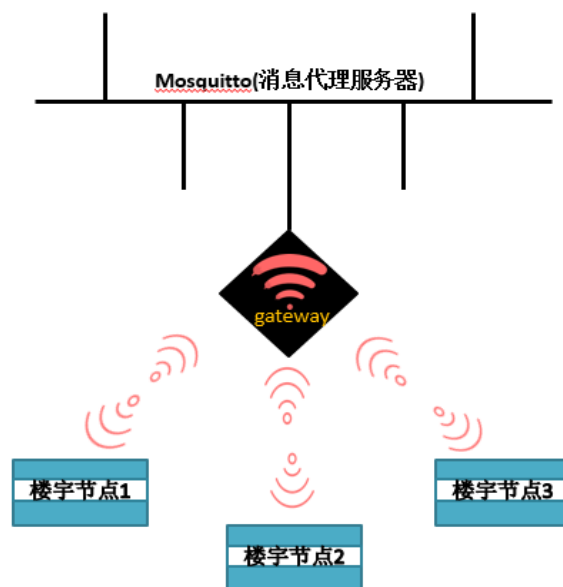


图 3-2 WIFI 网络拓扑图

3.3.3 MQTT 技术

IBM 公司 (International Business Machines Corporation) 提出的轻量级 MQTT 发布与订阅协议, 这协议具有轻巧, 易开发和扩展强等优点, 最重要是 MQTT 耦合度很低, 客户端和服务端各自执行负责的职能, 数据冲突少。MQTT 的网络层级如图 3-3 所示。

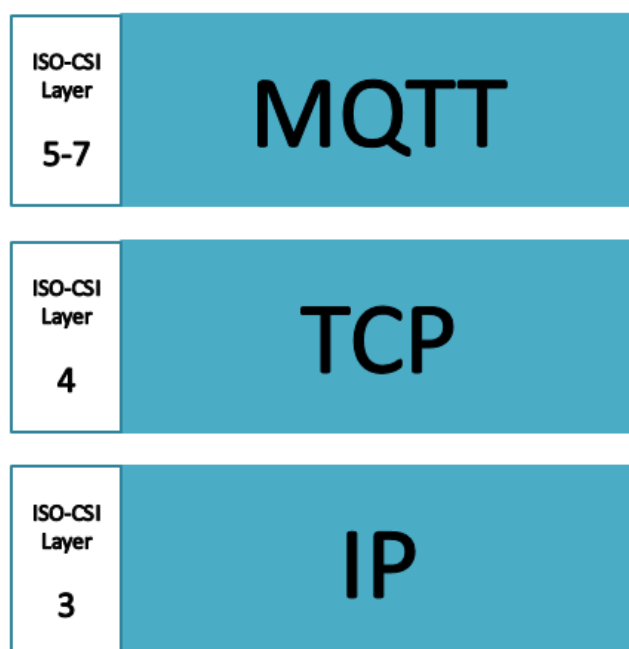


图 3-3 MQTT 的网络层级图

MQTT 在本系统的运行流程: 客户 A 首先连接到 Mosquitto 消息代理服务器, 然

后返回确认指令，当客户 B 发布一个“温度”指令，消息内容是 25 摄氏度，客户 A 刚好订阅这个主题，就可以收到 25 摄氏度；当客户 A 发布另一个“温度”主题，消息内容是 20 摄氏度，客户 B 没有订阅这个主题，所以接收不到这个主题消息；当客户 B 发布另一个“温度”主题，消息内容是 30 摄氏度，客户 A 刚好订阅这个主题，就可以收到 30 摄氏度；最后客户端断开连接。

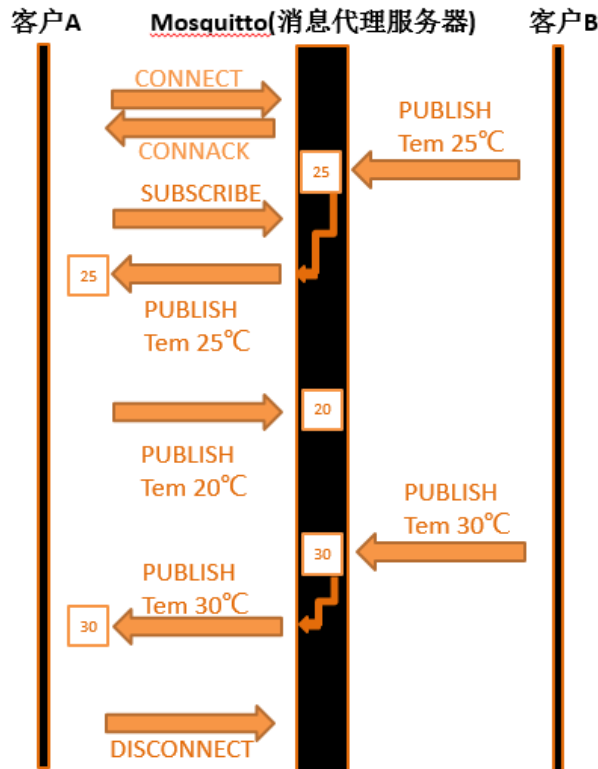


图 3-4 MQTT 发布/订阅过程

3.3.4 基于 MD5 相关安全技术

MD5 安全技术，即是 MD5 消息摘要算法。在本系统中主要应用于网络层的数据传输中，基于在传统的 MD5 加密算法后对本系统开发了订阅/发布主题编码机制，为 MQTT 传输保证了数据的准确和安全。

3.4 系统功能

本系统基于现代化智能楼宇的要求，下面将从环境监测功能、火灾预警功能、夜间巡逻功能和一键上下班功能去介绍智能楼宇控制系统。

3.4.1 环境监测功能

智能楼宇的环境监测功能，主要是监测楼宇和楼层的温度和湿度。温湿度模块可以实时监测到大楼的温度和湿度，5 分钟内对 100 条数据进行平均值计算，当达到

设定的环境阈值时，立刻开启通风风扇排气降温。同时用户可以实时查看到大楼各个区域的具体温湿度变化和收到预警短信。

3.4.2 火灾预警功能

智能楼宇的火灾预警功能，主要是通过气敏烟雾模块和温湿度模块来实时监测可燃性气体浓度和温度。当大楼的可燃性气体浓度或者温度达到用户设定的阈值时，蜂鸣器就会报警，同时通风风扇立刻开启，以及用户可以实时查看到大楼各个区域的气体浓度和具体温湿度变化以及收到预警短信，这样可以迅速掌握大楼里火灾预警情况。

3.4.3 夜间巡逻功能

智能楼宇的夜间巡逻功能，主要是通过人体红外模块在夜间实时监测到大楼的可疑人物，当连续判断出现 5 次，系统就判断为有可疑人物出现，蜂鸣器就会报警，同时夜间值班的人员就会收到短信，值班的人员就可以根据查看短信内容去及时查看可疑区域的具体情况。这样可以减少夜间巡逻的人力物力和准确判断可疑人物出现的位置。

3.4.4 一键上下班功能

智能楼宇的一键上下班功能，主要是通过控制 LED 模块去控制整个区域的照明系统，当上班时候，管理员就开启楼宇的上班照明开关系统，下班就关闭楼宇的照明开关系统，起到一键控制灯光的智能照明功能。这样不仅能满足快速便捷的办公需求，还能避免了忘记关灯造成资源浪费。

3.5 系统硬件设计

根据系统的功能，挑选一套适合本系统的硬件模块显得尤为重要。对于一款硬件模块，不仅要考虑到该模块获取数据的准确性、误差性，以及数据的读取方式和坚固性，还要考虑到模块的适应场景、功耗大小。这些都会影响系统稳定、持久的运行。

3.5.1 底层模块的选择

- 1) 为了实现环境监测功能，需要采用一款对温度和湿度的相对误差较小的温湿度模块。
- 2) 为了实现火灾预警功能，需要采用一款对液化气、丁烷、丙烷、甲烷、酒精、烟雾等敏感，精度高的气敏烟雾模块。

- 3) 为了实现夜间巡逻功能，需要采用一款全自动感应，灵敏度高，可用于走廊、楼道、房间等场所的人体红外模块。
- 4) 为了实现一键上下班功能，需要一款节能，亮度足够且反应速度快的 LED 模块。

3.5.2 网络层通信技术选择

考虑到整个智能楼宇系统，楼宇空间大，距离相对较短，同时底层的数据传输速度的要求，本系统选择了 WIFI 作为智能楼宇的短距离无线通信技术。因为 WIFI 具有传输速度快，可以达到 10MBPS, 有效距离远等特点。

4 系统的实现

4.1 硬件系统架构

本系统整个硬件运作大致有如下几点：

- 1) 各模块负责采集传感层的数据。
- 2) 各模块可以自组网，成为一个节点。
- 3) 节点与节点之间的通讯是通过消息代理服务器接上 WIFI 实现的。

所以，整个硬件系统的工作流程：节点采集环境数据信息，连接 WIFI 建立客户端将环境数据发送到消息代理服务器中，并监听消息服务器的消息，若模块设备接收到消息，就判断消息的类型为哪一种控制指令，对应的设备模块做出相对应的响应。

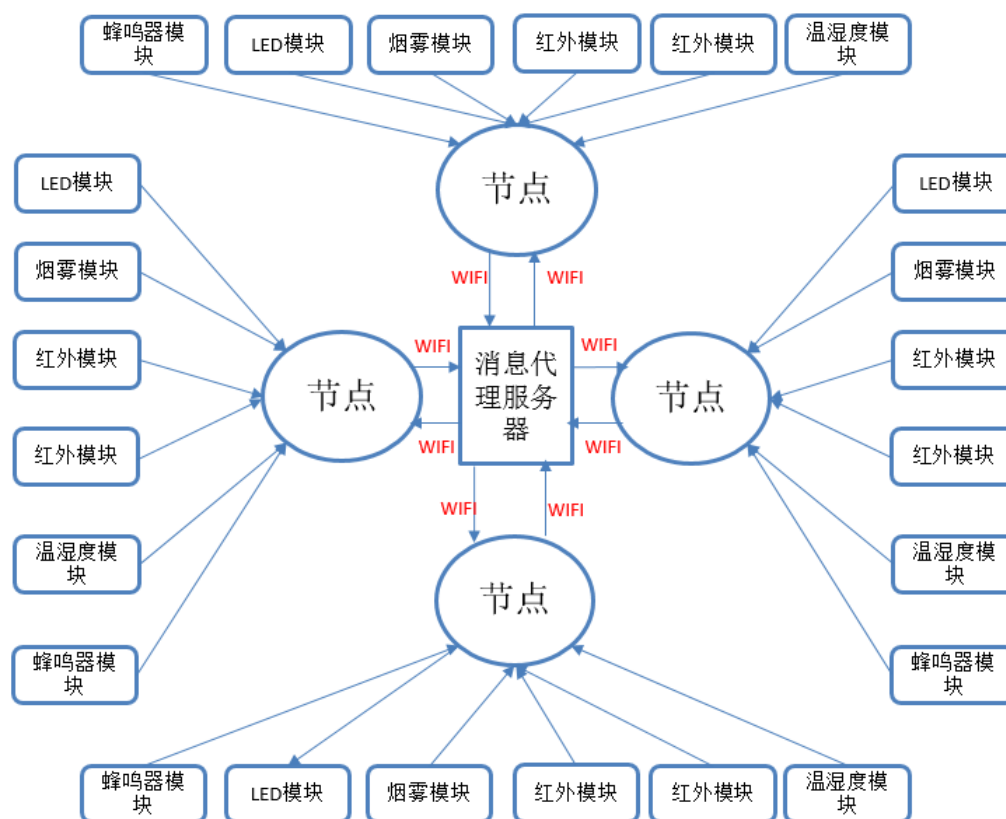



图 4-1 智能楼宇系统硬件架构图

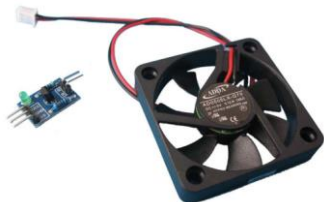



4. 2 系统硬件选型

经过对这智能楼宇系统性统筹分析后，挑选一套适合本系统的硬件模块，从而保证了这些模块稳定、持久地运行，下面表格罗列了具体的系统使用的模块。所以综合了本系统硬件设计后，综合可得系统硬件组成部分如下表所示：

表 4-1 硬件组成

名称	数量	功能	实物图片
Esp8266 开发板	4 块	智能楼宇感知层的 核心控制	 图 4-2 Esp8266 开发板
烟雾气敏传感器模块	4 个	检测楼宇的气体泄 漏强度	 图 4-3 烟雾气敏传感器模块
人体红外感应传感器模块	4 个	检测夜间楼宇有无 人	 图 4-4 人体红外模块
温湿度模块	4 个	检测楼宇的环境情 况	 图 4-5 温湿度模块
报警模块	4 个	有异常情况时触 发，报警作用	 图 4-6 报警模块

续表 4-1

名称	数量	功能	实物图片
风扇驱动模块	4 个	楼宇通风降温作用	 <p>图 4-7 风扇驱动模块</p>
杜邦线	约 40 条	连接模块与核心板子	 <p>图 4-8 杜邦线</p>
MICROUSB 安卓数据线	4 条	供电和烧写程序	 <p>图 4-9 MICROUSB 安卓数据线</p>
LED 模块	4 个	整个楼宇照明系统	 <p>图 4-10 LED 模块</p>

4.3 系统硬件实现

4.3.1 Esp8266 开发板

Esp8266 开发板集成了单芯片系统 (SoC) Esp8266。同时该开发板有一套完整的 TCP/IP 协议栈, 板载天线, 开发简单, 同时拥有标准尺寸的通用输入输出引脚。开发板职责就是负责整个系统的核心控制, 当各个模块代码烧写进去后, 开发板按照设计的方向逐一实现各模块的功能。开发板主要参数如下:

- 1) 单芯片系统。

- 2) 支持标准的 IEEE802.11 b/ g/n 协议。
- 3) 电源模块兼容 PM01 和 PB5N。
- 4) 支撑柱孔 4mm，采用塑料。
- 5) 固定孔反面漏铜，采用贴纸办法防粘。



图 4-11 Esp8266 开发板实物图

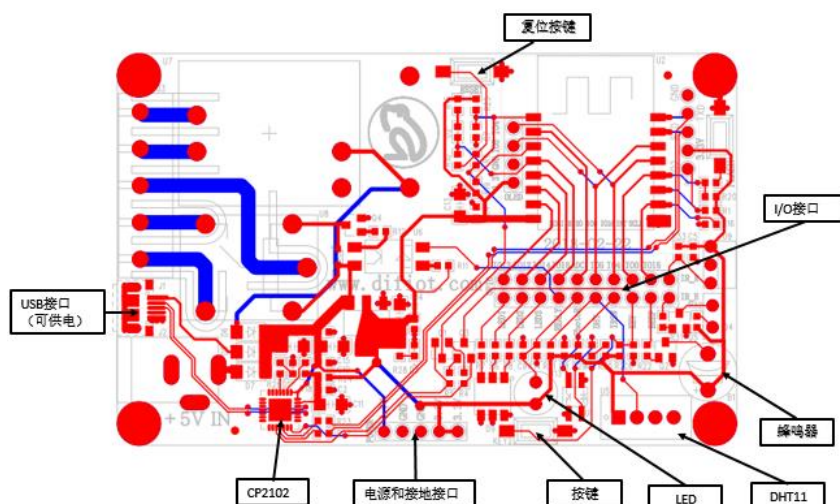


图 4-12 Esp8266 开发板结构原理图

4.3.2 NodeMcu

本系统采用的 NodeMcu (节点微控制器单元)，它是 NodeMcu 团队借鉴了 Arduino 操作手册内容，围绕单芯片系统 Esp8266 开发板进行构建的，使 Esp8266 能简单开发。NodeMcu 有两个重要的组件，一个是专用的 Esp8266 固件，该固件提供各种接口，一个单芯片的 Esp8266 开发板，用交互的 LUA 的脚本，就可以跟开源的 Arduino 一样去编写代码。同时具有标准的 GPIO 通用输入输出引脚、无线天线和一个重置按键。

4.3.3 WIFI 模块

为了使整个智能楼宇能接入网络，实现传输层与网络层以及应用层之间的无线通信。本系统使用了 Esp8266 WIFI 模块，其芯片是乐鑫公司开发的，具有稳定性高、

低功耗，超宽工作温度范围、操作简单。最重要是有一套指令操作系统，很大程度降低开发难度。WIFI 模块参数如下：

- 1) 支持 UART, IIC, PWM, GPIO, ADC 等接口。
- 2) 支持标准的 IEEE802.11 b/ g/n 协议。



图 4-13 Esp8266 WIFI 模块实物图

Esp8266 WIFI 模块有很多个管脚，其中最关键的是 VCC、GND、TXD、RXD 四个。

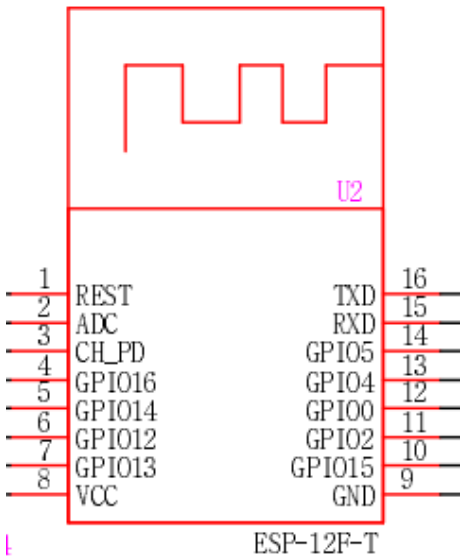


图 4-14 Esp8266 WIFI 模块结构原理图

4.3.4 烟雾气敏模块

为了判断楼宇里面可燃性气体或者烟雾的浓度的强弱，本系统采用的烟雾气敏传感器模块来测量可燃性气体或者烟雾的浓度。

在本系统中，是使用 MQ-2 气敏烟雾模块的 ADC 接口和 Esp8266 开发板进行连接以及进行数据的传输。Esp8266 开发板只要按照 LUA 和 NodeMcu 进行规范开发，就能获取准确的数据。

- 1) 模块主要参数如下：

- (1) 可调灵敏度。
- (2) 工作电压 3.3V-5V。
- (3) 外形尺寸： 4.5cm * 1.8cm。
- (4) 有四个螺丝孔，便于定位。



图 4-15 烟雾气敏模块

2) 烟雾气敏模块官方原理图

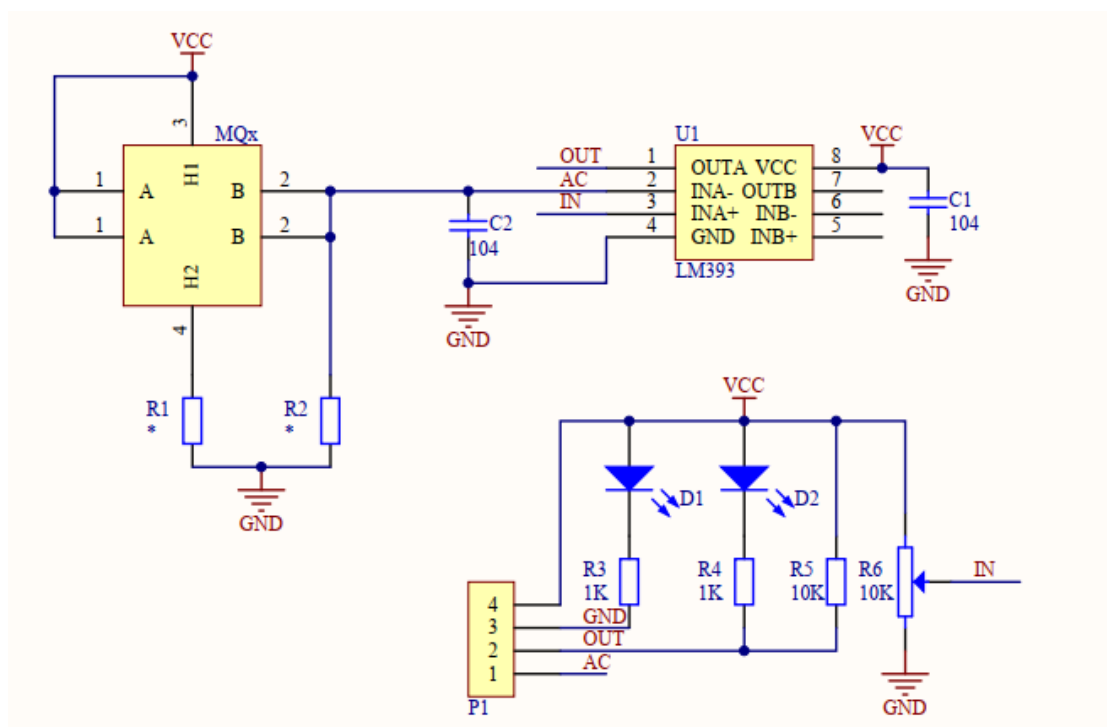


图 4-16 烟雾气敏模块官方原理图

3) 接线方式

因为该系统我们需要准确得到气体浓度数值，所以不需要使用模块的 D0 接口。模块 A0 接口与 Esp8266 开发板的 ADC 接口相连。VCC 与 GND 分别接 Esp8266 开发板的 +4.6V 与 GND。如下图：

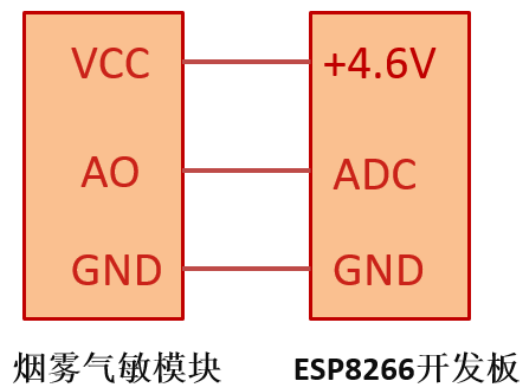


图 4-17 烟雾气敏模块与开发板连接图

4.3.5 人体红外模块

为了在夜间判断智能楼宇是否有可疑人物，本系统采用的人体红外感应传感器模块，可以及时监测到可疑人物，能起到夜间巡逻作用。

在本系统中，采用了型号为 HC-SR501 的人体红外模块，该模块使用 OUT 接口和单片机进行数据的传输。同时注意安装的位置，因为该模块使用了双元探头，尽量使模块在检测时的误差小点，更准确点。

1) 模块基本参数：

- (1) 工作电压：4.0V-20V。
- (2) 感应范围：双元探头跟切面最好锐角安装。



图 4-18 人体红外模块

2) 人体红外模块官方原理图

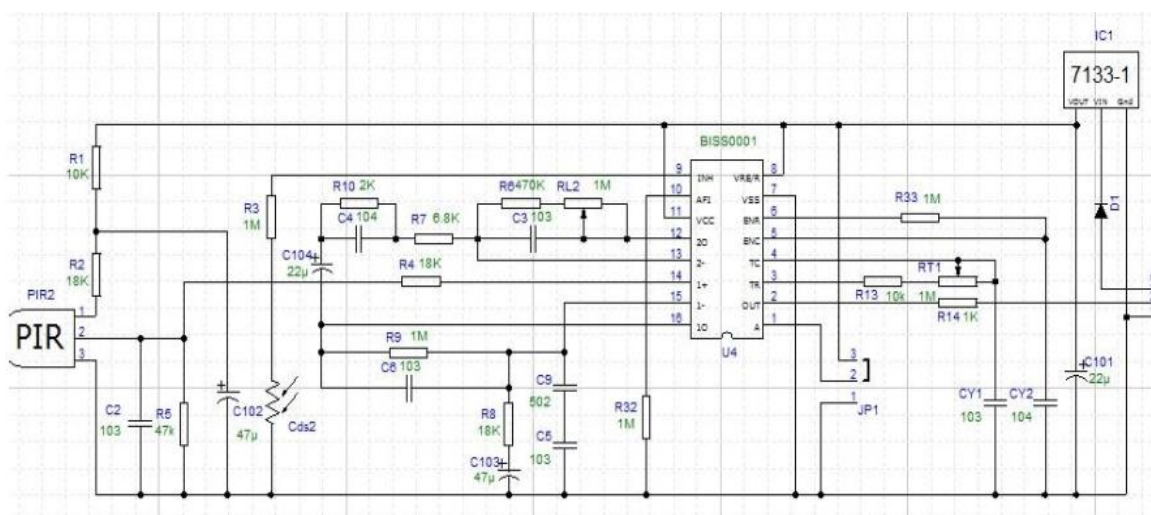


图 4-19 人体模块官方原理图

3) 接线方式

将本模块的 OUT 端口与开发板的 GPIO4 接口相连。VCC 与 GND 分别接 Esp8266 开发板的+4.6V 与 GND。如下图：

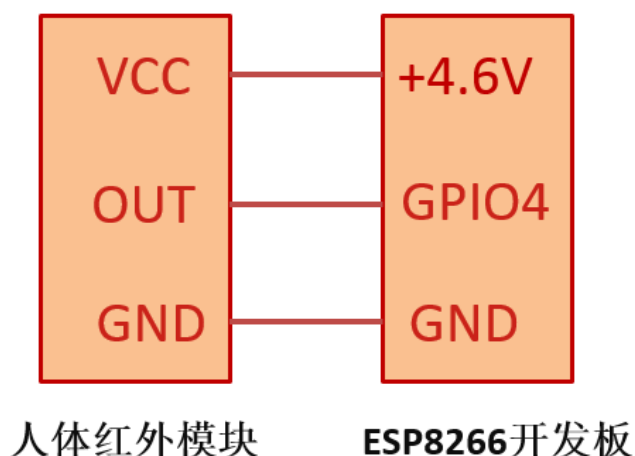


图 4-20 人体红外模块与开发板连接图

4.3.6 温湿度传感器模块

为了能实时监测到智能楼宇的温度和湿度，满足智能楼宇对环境监测的要求，可以及时对大楼里的温度和湿度进行精准的监测。

本系统采用了型号为 DHT11 的温湿度模块，仅仅需要一个 I/O 口就能获取到温湿度数据。

1) 基本参数：

- (1) 模块可以监测楼宇内温湿度。
- (2) 温湿度测量区间：湿度为百分之二十度到百分之八十五度之间，温度为零度

到六十度之间。

(3) 电压范围：3.3V-5V。

(4) 每个重量约 15 克。



图 4-21 温湿度传感器模块

2) 温湿度模块官方原理图

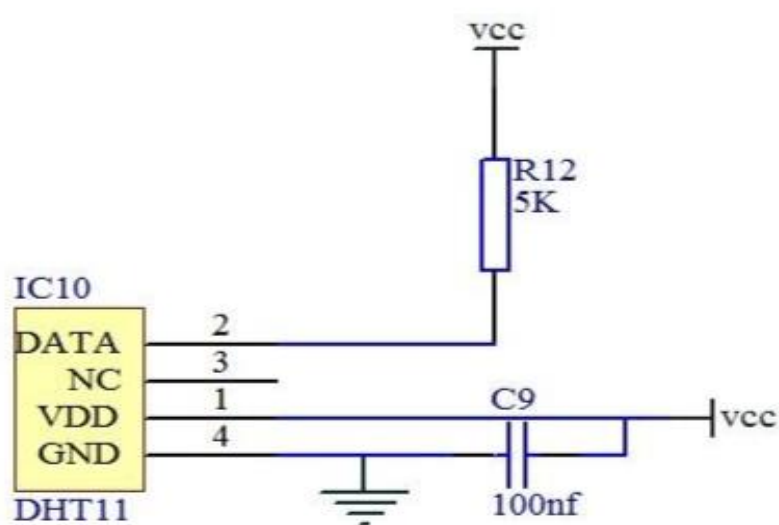


图 4-22 温湿度传感器模块官方原理图

3) 接线方式

将模块的 DATA 端口与 Esp8266 开发板的 GPIO5 接口相连。VCC 与 GND 分别接 Esp8266 开发板的+4.6V 与 GND。如下图。

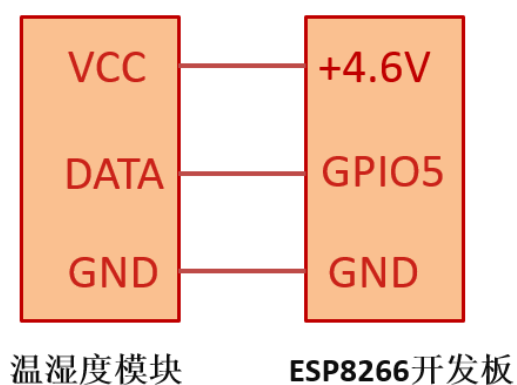


图 4-23 温湿度模块与开发板连接图

4.3.7 风扇驱动模块

为了使智能楼宇在温度过高或者烟雾浓度高的时候，能及时做出响应，使楼宇室内降温通风，本系统采用型号为 QC011 5V 风扇驱动模块。

该驱动模块极易开发，只需要一个控制器端口即可实现 5V 风扇的启动和停止控制，还可以通过程序进行风扇的 PWM 转速控制。所以应用该模块能迅速地对温度和高浓度的气体进行处理，使智能楼宇快速地响应通风和降温操作，提供一个安全的办公楼宇。

1) 基本参数：

- (1) 使用电压：4.5V-6V。
- (2) 尺寸：长 19.30mm, 宽 13.71mm, 厚 1.6mm。



图 4-24 风扇驱动模块

2) 风扇模块原理图

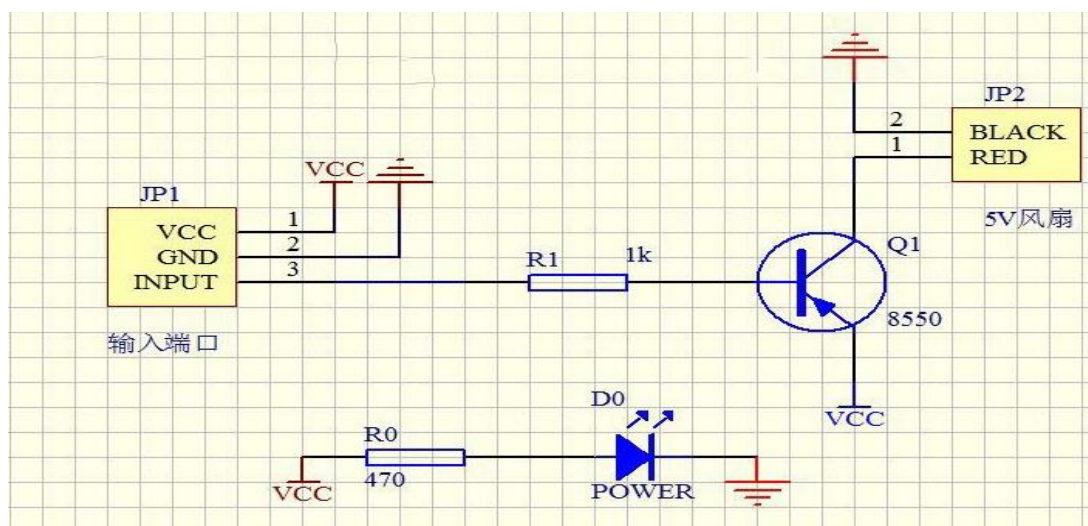


图 4-25 风扇模块原理图

3) 具体操作

- (1) 输入端口“VCC、GND”与控制器开发板的电源及地连接，供电电压输入范围，3--6V 直流电压，“IO”与控制器任意 I/O 端口连接即可，输出端口“R”与风扇红线连接，“B”与风扇黑线连接，当控制器端口输出为低电平信号，5V 风扇即可启动。

(2) 模块自带 LED 电源指示灯，接通电源，POWER 点亮。

4) 接线方式

将驱动模块的 I/O 端口与 Esp8266 开发板的 GPIO16 接口相连。VCC 与 GND 分别接 Esp8266 开发板的+4.6V 与 GND。如下图。

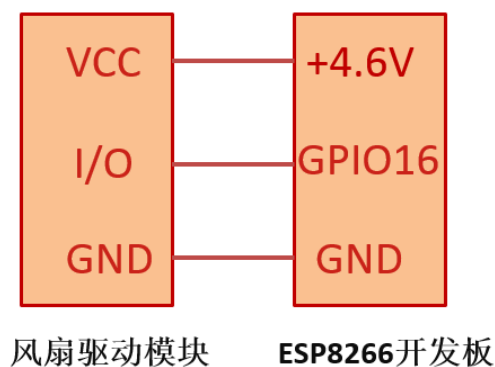


图 4-26 风扇模块与开发板连接图

4.3.8 蜂鸣器模块

为了使智能楼宇在气体浓度高和有可疑人物出现，本系统能及时做出响应，模块就会发出清脆、响亮的声音，到达报警效果，该模块就是蜂鸣器报警模块。

在本系统中，采用了有源的蜂鸣器模块，主芯片为 S9012 三极管，操作简当，“IO”与控制器任意 I/O 端口连接即可，当控制器端口输出高电平信号，蜂鸣器发声。

1) 基本参数：

- (1) 供电电压：直流电压 5V。
- (2) 外形尺寸：长 2.5cm, 宽 1.0cm, 高 1.0cm。
- (3) 主芯片：三极管。
- (4) 设有固定螺丝孔，方便安装。



图 4-27 蜂鸣器报警模块

2) 蜂鸣器模块原理图

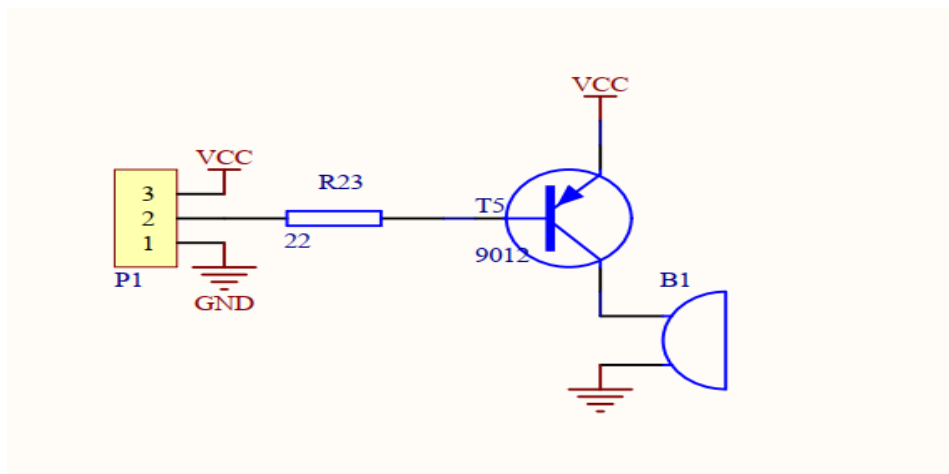


图 4-28 蜂鸣器模块原理图

3) 具体操作

- (1) Esp8266 开发板输出一个高电平就可以让它发出响亮的声音了，因为该模块是有源蜂鸣器。
- (2) 模块接线说明：输入端口“VCC、GND”与控制器开发板的电源及地连接，
- (3) 供电电压输入范围，3.3--5V 直流电压，“IO”与控制器任意 I/O 端口连接即可，当控制器端口输出高电平信号，蜂鸣器发声。

4) 接线方式

将驱动模块的 I/O 端口与 Esp8266 开发板的 GPIO15 接口相连。VCC 与 GND 分别接 Esp8266 开发板的+4.6V 与 GND。如下图。

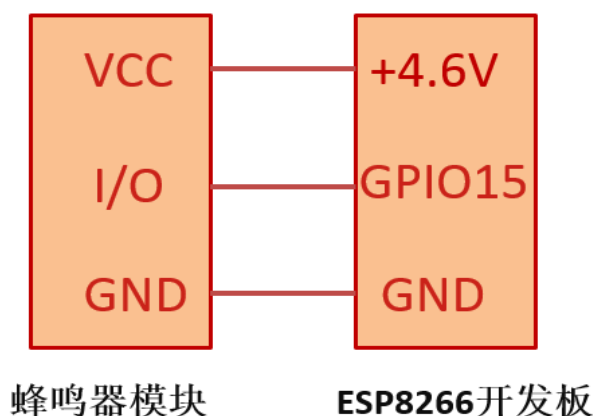


图 4-29 模块与开发板连接图

4.3.9 LED 模块

为了满足智能楼宇整个照明系统的使用和对灯光的控制，也就是本系统功能中的一键上下班照明控制功能。

在本系统中，采用了 5mm 高亮的 LED 模块，主芯片为二极管，操作简单，“IO”与控制器任意 I/O 端口连接即可，当控制器端口输出为低电平信号，LED 亮起来。

1) 基本参数：

- (1) 供电电压：直流电压 3.3V/5V。
- (2) 重量：4g。
- (3) 外形尺寸：长 1.5cm, 宽 1.06cm。
- (4) 设有固定螺丝孔，方便安装。
- (5) 颜色：全彩，红绿蓝三基色。
- (6) 亮度：高亮。



图 4-30 LED 模块

2) LED 模块原理图

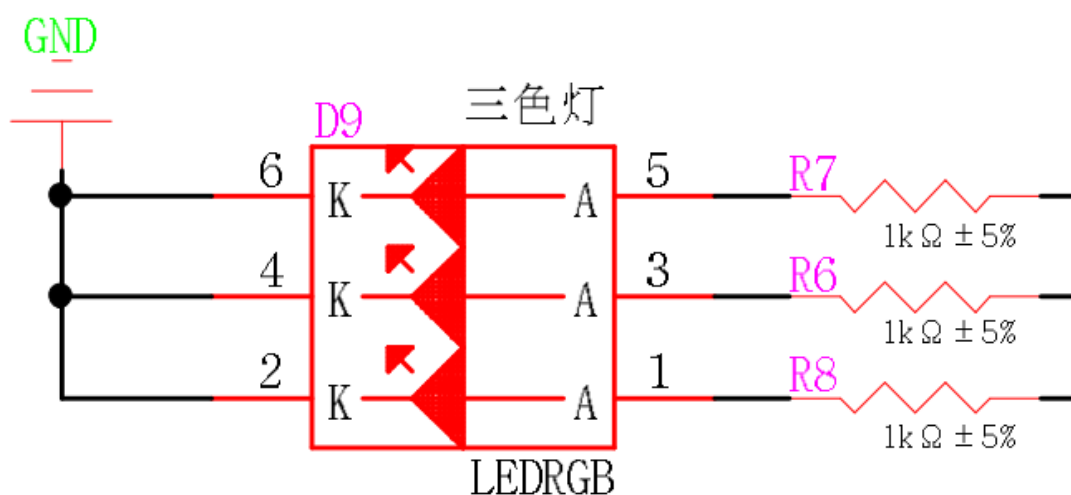


图 4-31 LED 模块原理图

3) 使用说明

- (1) LEDB 连接 Esp8266 开发板蓝色 LED，LEDR 连接 ESP8266 开发板红色 LED，LEDG 连接 Esp8266 开发板绿色 LED；输入端口“VCC、GND”与控制器开发板的电源及地连接，供电电压输入范围，3.3—5V 直流电压，当控制器端口输出为低电平信号，蓝色、绿色和红色都亮起来。

4) 接线方式

将驱动模块的 LEDB、LEDR、LEDG 端口与分别与 Esp8266 开发板的 GPIO14、GPIO12 和 GPIO13 接口相连。VCC 与 GND 分别接 Esp8266 开发板的+4.6V 与 GND。如下图。

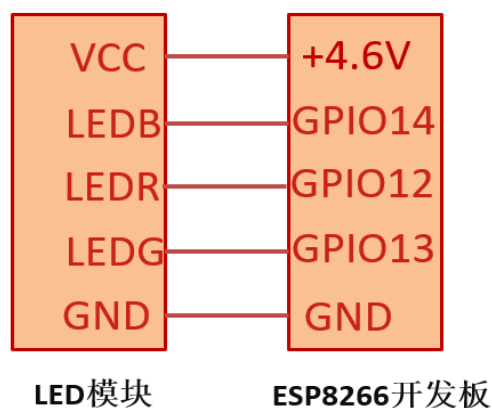


图 4-32 模块与开发板连接图

4.4 系统软件实现

4.4.1 控制底层模块实现

本系统是一套智能楼宇系统，当监测到超过楼宇的环境阈值或者需要智能开启和关闭底层开关时候，远程控制应用层通过指令远程控制底层的模块。其功能机制如下：

- 1) 温湿度达到阈值后，起降温作用的风扇模块会智能地开启，预警短信通知用户。
- 2) 烟雾气敏达到阈值后，蜂鸣器模块报警，通风的风扇模块会智能地开启，预警短信通知用户。
- 3) 夜间巡逻有可疑人物出现时，蜂鸣器模块报警，预警短信通知用户。
- 4) 上班下班灯光照明都可以远程通过指令控制灯光的，简单便捷。

其远程控制指令是通过 MQTT 的回调函数来实现的，具体核心代码如下：

```
BeeClient.on("message",function(client,topic,data){//事件为消息回调函数
    print("Receive"..data.."from"..beTopicB.."type:"..type(data));//打印
    data 的值
    if data ~= nil then;//如果得到的数据不为空，执行下面
        gpio.write(4,gpio.LOW);//启动 WIFI 模块引脚
```

```

if data == "1" then;//如果数据为“1”
    gpio.write(8,gpio.HIGH);//把引脚8置为高电平
end
if data == "0" then;//如果数据为“0”
    gpio.write(8,gpio.LOW);//把引脚8置为低电平

```

4.4.2 烟雾气敏读取设计与实现

1) 烟雾气敏模块的工作机制：

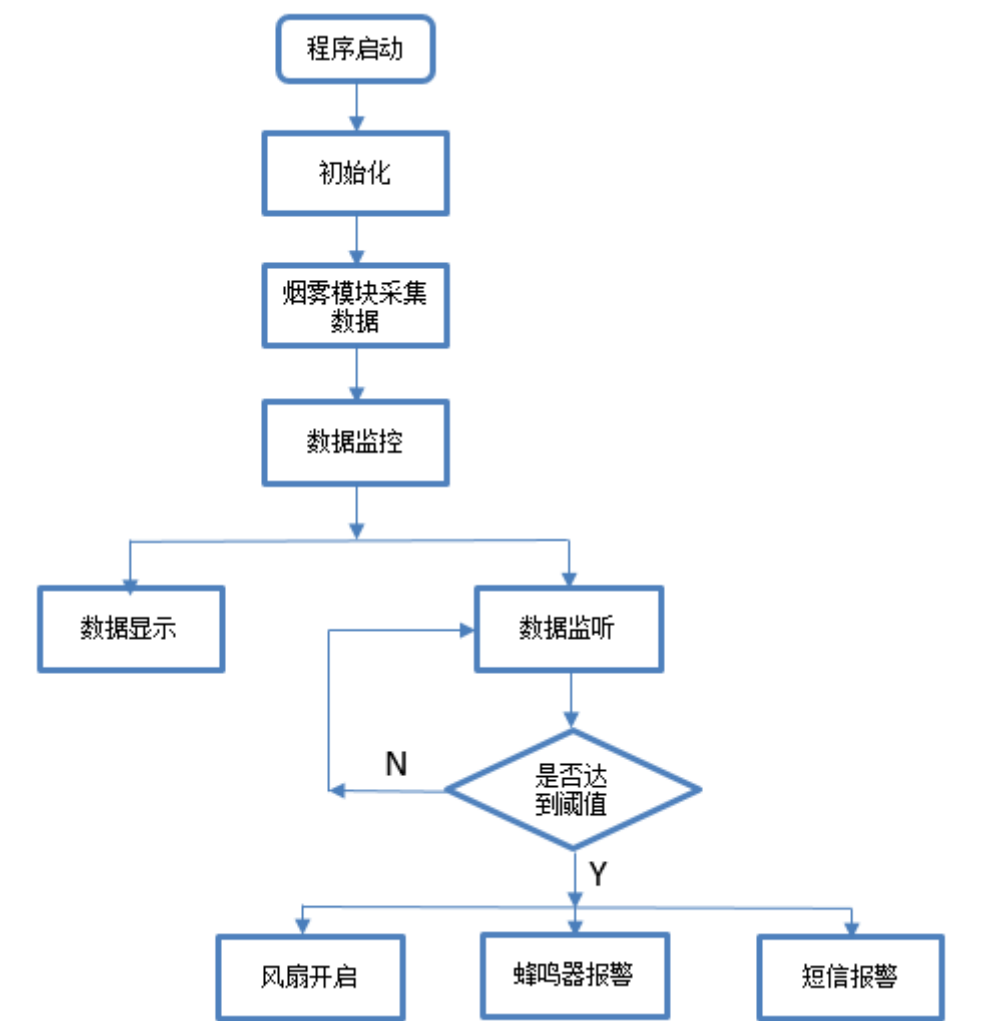


图 4-33 烟雾气敏模块的工作流程

开始初始化后烟雾模块采集数据，采集的数据传输数据到应用层的数据监控管理平台，平台对数据有两个处理，一个是实时显示数据，另一个对数据进行监听，判断是否达到阈值，如果达到阈值，则风扇开启，蜂鸣器报警，短信通知报警，如果未达到阈值，则继续对数据进行监听。

2) 关键代码实现

```

function read_adc_Gasdata();//创建函数
if(COUNTER%2 == 0)then//采集间隔
    adc.force_init_mode(adc.INIT_ADC);//配置 ADC 为读取外部电压模式
    photor =adc.read(0);//对 ADC 进行采样
    print("PhotoR:"..photor);//串口打印
    tmr.delay(5000);//延迟 5000 毫秒
end
end

tmr.register(0, 500, tmr.ALARM_AUTO, read_adc_Gasdata);//以 500 毫秒为
间隔自动重复调用寄存器

tmr.start(0);//启动定时器 0

```

4.4.3 人体红外读取设计与实现

1) 人体红外模块工作机制：

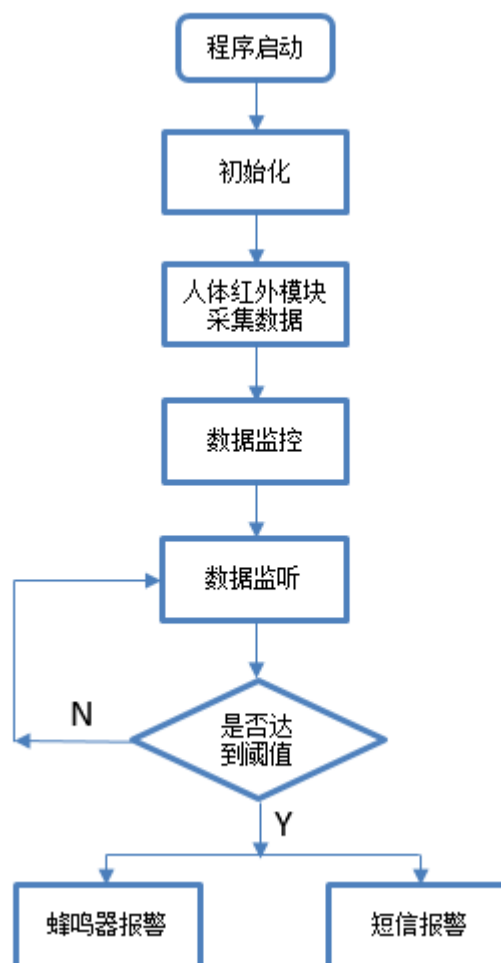


图 4-34 人体红外模块工作流程图

初始化, 人体红外模块采集数据, 采集的数据传输数据到应用层的数据监控管理平台, 平台对数据进行监听, 判断是否达到阈值, 如果达到阈值, 则蜂鸣器报警, 短信通知报警, 如果未达到阈值, 则继续对数据进行监听。

2) 关键代码实现

```
IRSW =2;//人体红外管脚为 2 引脚
gpio.mode(IRSW,gpio.INPUT);//初始化
function read_irsw();//创建函数
COUNTER=0;//创建变量 COUNTER 并赋值
COUNTER=COUNTER+1;//变量 COUNTER 自增
if (COUNTER%2==0) then
    irsw = gpio.read(IRSW);//读串口数据
    print("IRSW1:"..irsw);//打印串口
end
tmr.register(1,3000,tmr.ALARM_AUTO, read_irsw);//以 500 毫秒为间隔自动
重复调用寄存器
tmr.start(1);//启动定时器 1
```

4.4.4 温湿度模块读取设计与实现

1) 温湿度模块工作机制:

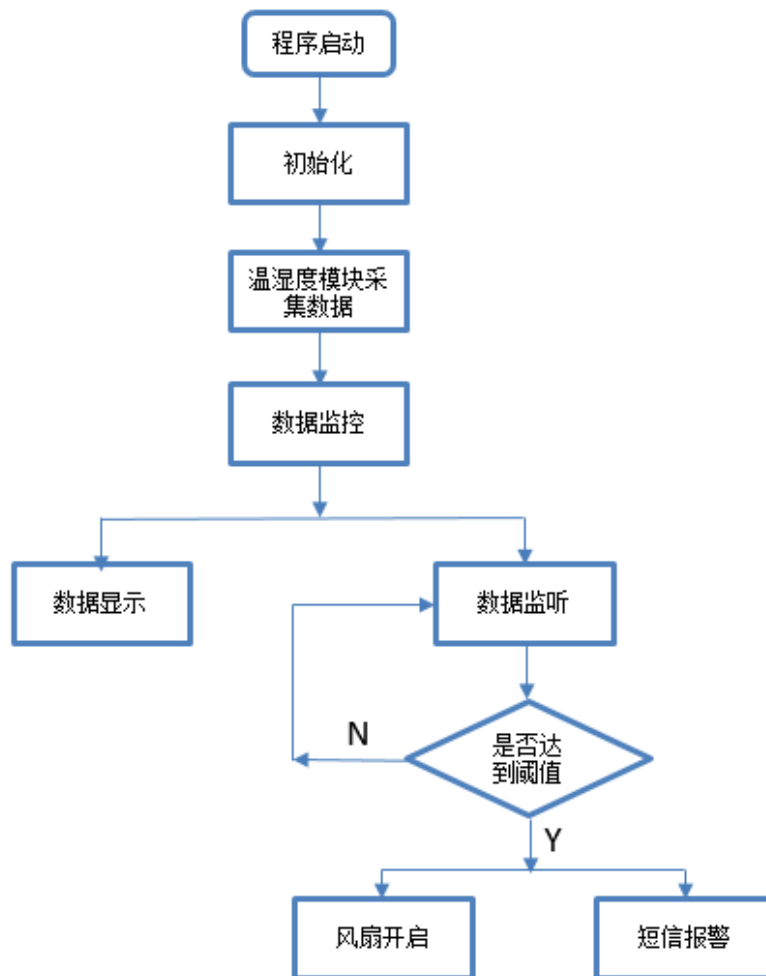


图 4-35 温湿度模块工作流程图

温湿度模块对楼宇进行数据采集，数据到应用层的数据监控管理平台，平台对数据有两个处理，一个是实时显示数据，另一个对数据进行监听，判断是否达到阈值，如果达到阈值，则风扇开启，短信通知报警，如果未达到阈值，则继续对数据进行监听。

2) 关键代码实现

```

tempmax=0;//初始温度最大的数值为 0
DHT=1;//定义温湿度的引脚为 1
TempHumi="";//设定温湿度为空字符串
function read_dht11();//创建读温湿度函数
status,temp,humi,temp_dec,humi_dec=dht.read(DHT);//读取温湿度引脚，其中 temp 温度，humi 湿度 temp_dec 温度小数 humi_dec 湿度小数
tempData=string.format("%.3f", (temp+temp_dec/1000)/24.6);//获得温度数据

```

```
humiData=string.format("%.3f", (humi+humi_dec/1000)/24.6); // 获得湿度数据
```

```
tempmax=tempData; //赋值
```

```
TempHumi=tempData.."+"..humiData; //获取的温湿度
```

```
print("TempData: "..tempData.." ;HumiData: "..humiData); //打印温湿度
```

4.4.5 风扇驱动读取设计与实现

1) 关键代码实现

```
REALY=0; //风扇驱动的引脚为 0 引脚
```

```
gpio.mode(REALY, gpio.OUTPUT); //初始化引脚，设置引脚为输出方向
```

```
COUNTER=0; //创建变量 COUNTER 并赋值
```

```
function relay_act(); //创建函数
```

```
    COUNTER=COUNTER+1; //变量 COUNTER 自增
```

```
    if(COUNTER % 2 ==0) then
```

```
        gpio.write(REALY, gpio.LOW) ; //低电平输出，风扇转动
```

```
tmr.register(1, 500, tmr.ALARM_AUTO, relay_act); //以 500 毫秒为间隔自动重复调用寄存器
```

```
tmr.start(1); //启动定时器 1
```

4.4.6 蜂鸣器读取的设计与实现

1) 关键代码实现

```
BEEP=8; //蜂鸣器的引脚为 8 引脚
```

```
gpio.mode(BEEP, gpio.OUTPUT); //初始化引脚，设置引脚为输出方向
```

```
COUNTER=0; //创建变量 COUNTER 并赋值
```

```
function relay_bee(); //创建函数
```

```
    COUNTER=COUNTER+1; //变量 COUNTER 自增
```

```
    if(COUNTER % 2 ==0) then
```

```
        gpio.write(BEEP, gpio.HIGH); //高电平输出，蜂鸣器发出声音
```

```
tmr.register(1, 500, tmr.ALARM_AUTO, relay_bee); //以 500 毫秒为间隔自动重复调用寄存器
```

```
tmr.start(1); //启动定时器 1
```

4.4.7 5LED 模块读取设计与实现

1) 关键代码实现


```

LEDB = 5;//定义灯光的引脚
LEDR = 6;//定义灯光的引脚
LEDG = 7;//定义灯光的引脚

gpio.mode(LEDB, gpio.OUTPUT);//将管脚初始化同时设置为输出
gpio.mode(LEDR, gpio.OUTPUT);//将管脚初始化同时设置为输出
gpio.mode(LEDG, gpio.OUTPUT);//将管脚初始化同时设置为输出
gpio.write(LEDB, gpio.HIGH);//设置管脚为高电平
gpio.write(LEDR, gpio.HIGH);//设置管脚为高电平
gpio.write(LEDG, gpio.HIGH);//设置管脚为高电平
COUNTER=0;//创建变量 COUNTER 并赋值
function LED();//创建函数
    if(COUNTER % 2 ==0) then
        COUNTER=COUNTER+1;//变量 COUNTER 自增
        gpio.write(LEDB, gpio.LOW);//设置引脚为低电平，灯亮
        gpio.write(LEDR, gpio.LOW);//设置引脚为低电平，灯亮
        gpio.write(LEDG, gpio.LOW);//设置引脚为低电平，灯亮
    tmr.register(1, 500, tmr.ALARM_AUTO, LED);//以 500 毫秒为间隔自动重复调用寄存器

```

```

tmr.start(1);//启动定时器 1

```

4.4.8 WIFI 模块的设计与实现

1) WIFI 配置和连接的具体实现代码:

```

g_mac = nil;//置模块的物理地址为空
print("---set up wifi,pleasing Waiting...");//正在设置 WIFI，请等待
wifi.setmode(wifi.STATION);//设置 WIFI 操作模式为站
wifi.sta.config("fanjh","147258369");//设置 WIFI 站的配置
wifi.sta.connect();//设置 WIFI 为自动连接
cnt =0;//设置 cnt 初始值为 0
tmr.alarm(1,1000,tmr.ALARM_AUTO,function();//以 1000 毫秒为间隔自动重复执行下面的方法
    if(wifi.sta.getip() ==nil) and (cnt<20) then;//在站模式下设置 IP 地址，

```

网络掩码，网关地址。

```
print("IP unavaible,Waiting...");//打印出正在无法获取 IP，请等待
cnt = cnt+1;//累加 1
else
tmr.stop(1) ;//寄存器停止工作
if(cnt<20) then;//如果 cnt<20，执行以下操作
    print("Got IP:"..wifi.sta.getip());//打印获取的 IP
    MAC=wifi.sta.getmac();//以站点模式获取 MAC 地址
    mac=string.gsub(MAC,":","");//用":"分割 MAC 地址
    g_mac = mac;//赋值 MAC 地址给 g_mac
    else
        print("-----No wifi Connect");//WIFI 无法连接
```

4.4.9 MQTT 设计与实现

MQTT 作为轻量级的网络协议，提供一对多的消息发布，低耦合，满足本系统硬件模块多、节点间灵活发送和接收数据等要求。MQTT 核心代码如下：

1) 创建主题号

```
beTopicA = "指令设备号".. "A";//用于向服务端上发送消息
beTopicB = "指令设备号".. "B";//用于订阅服务端上发来的消息
```

2) 创建 MQTT 客户端

```
BeeClient=mqtt.Client(g_mac.."BEE",180,"fjh","123456");//g_mac 为客户
id,180 为 keepalive 秒，"fjh"为用户名，"123456"为密码
```

3) 注册事件的回调函数

```
BeeClient:on("connect",function(client));//事件为“连接”的回调函数
BeeClient:on("offline",function(client));//事件为“离线”的回调函数
```

4) 连接到服务器

```
BeeClient:connect("47.107.70.132",1883,0,1,function(client);//主机号，
端口号
```

5) 发布消息

```
BeeClient:publish(beTopicA,"bee"..bee,1,0,function(client);//bee 为消
息内容
```

6) 订阅主题

```
BeeClient.subscribe(beTopicB, 0, function(client); //可以订阅一个或多个主题
```

4.4.10 基于 MD5 的发送与订阅机制

为了保证本系统在传感层的数据传输时的可靠和安全性,在传统的 MD5 加密基础上开发了订阅/发布主题编码机制,首先用 Sting 库函数的 Sub() 方法截取分割主题号字段,然后前半字段不做改变,对半字段加上一个值,前后字段重新拼接,成为新的字段,最后新的字段利用 MD5 加密后,在后面加上一个固定的值,成为一个新的主题号。例如一个主题号为: TH0001,具体核心实现如下:

```
local spertopic1, spertopic2, spertopic3, spertopic4, topic; //声明变量
topic=' TH0001' ; //给 topic 主题号变量赋值
spertopic1= string.sub(topic, 3); //得到' 0001'
spertopic2= string.sub(topic, 1, 2); //得到' TH'
spertopic3= " spertopic1".. "2"; //得到' 00012'
spertopic4= spertopic3+ spertopic2; //得到' TH00012'
enCode=MD5(spertopic4).. "FJH@123" //进行 MD5 加密后的主题号
```

所以 enCode 就是加密后的值,即是一个安全的消息主题号。

4.4.11 预警短信通知设计与实现

本系统的消息推送机制由系统内部消息通知以及短信通知两种类型构成,在本节点中,主要是介绍短信通知的实现方式。

本系统的短信推送功能使用了腾讯 SMS 短信,在腾讯的短信平台中创建了 id 为 1400186233 的应用,并分配应用密钥:“d0d5f6f99d5ec45c78b7572aee8fcb31”,系统发送短信的目标手机号码主要为报警设备所关联区域的负责人与入驻企业负责人,从数据库中获取这两类用户的手机号并向其发送预警通知。短信发送功能部分关键代码如下:

```
SmsMultiSender msender = new SmsMultiSender(APP_ID, APP_KEY);
result=msender.sendWithParam("86", phoneNumbers, templateId, params, SMS_SIGN);
```

5 系统测试

5.1 功能测试

5.1.1 获取环境数值测试

首先通过测试模块可以检测到模块连线是否有问题、模块是否正常工作，模块的程序编写是否合理等情况。

表 5-1 数据测试记录表

测试目的	调试烟雾数据和温湿度模块数据
测试步骤	1) 烟雾模块和温湿度模块接好线 2) 运行程序，复位一下 3) 打开串口助手查看数据
预期现象	串口助手全部显示正常的的数据
失败处理	逐个排查模块、单片机和程序等可能出现的问题
失败检查	1) 检查模块提示灯是否亮 2) 检查模块连接的杜邦线是否连错 3) 检查程序是否合理

当烟雾模块监测到烟雾时，在电压电平下就转换为 0 到 1024 数字之间，如下图：

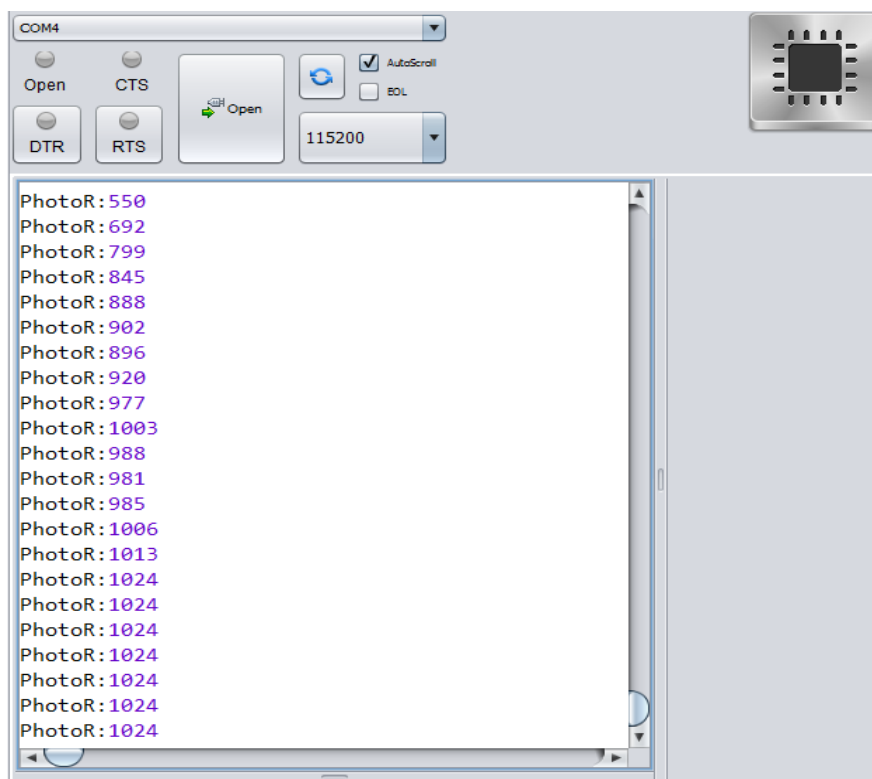


图 5-1 获得烟雾数据的截图

温湿度模块安装在楼宇里面，随时监测智能楼宇的温度和湿度，下面呈现的是实时监测楼宇的状态：

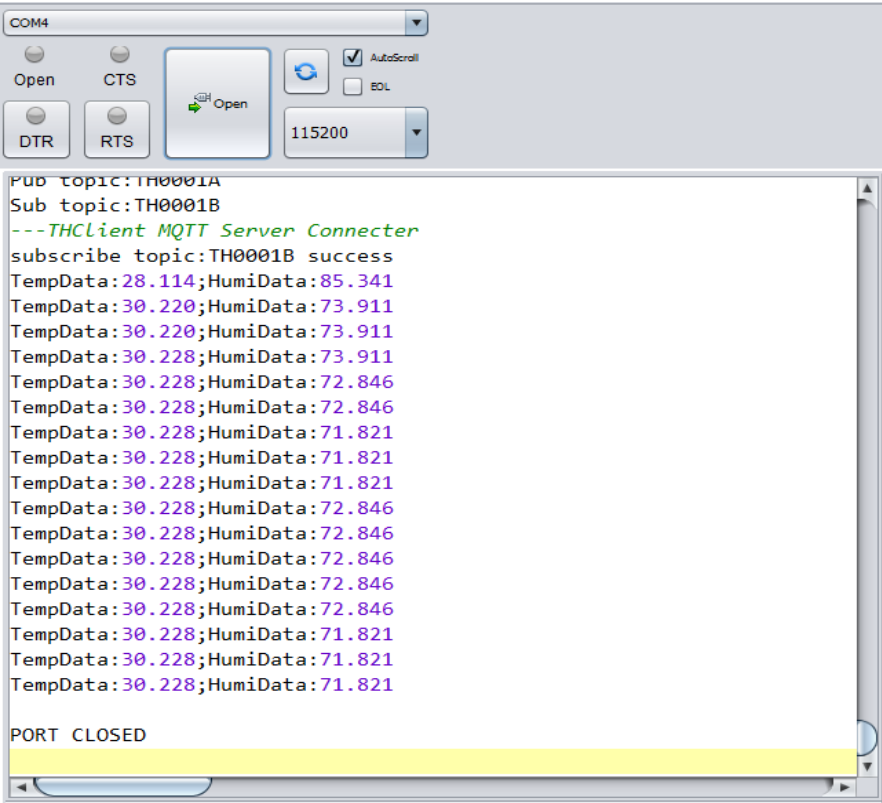


图 5-2 获取数据的截图

5.1.2 智能驱动模块测试

接下来就是本系统的驱动模块测试，驱动模块是否正常运行直接影响系统的正常运作。

表 5-2 驱动模块测试记录表

测试内容	检查驱动模块是否正常运行
测试目的	1) 检查人体红外模块 2) 检查蜂鸣器模块 3) 检查风扇模块 4) 检查 LED 模块
测试步骤	1) 模块接好线 2) 运行程序，程序都是触发模块，复位一下 3) 逐个检查人体红外数值是否有变化、蜂鸣器是否响、风扇是否转动和 LED 是否亮
预期现象	人体红外数值有变化、蜂鸣器响起来、风扇转动和 LED 是亮
失败处理	逐个排查模块、单片机和程序等可能出现的问题
失败检查	1) 检查模块提示灯是否亮 2) 检查模块连接的杜邦线是否连错 3) 检查程序是否合理

在夜间，智能楼宇主要是通过人体红外模块在夜间实时监测到大楼的可疑人物，

当连续判断出现 5 次，系统就判断为有可疑人物出现。“1”表示有异常触发，“0”表示无异常触发。如下图：

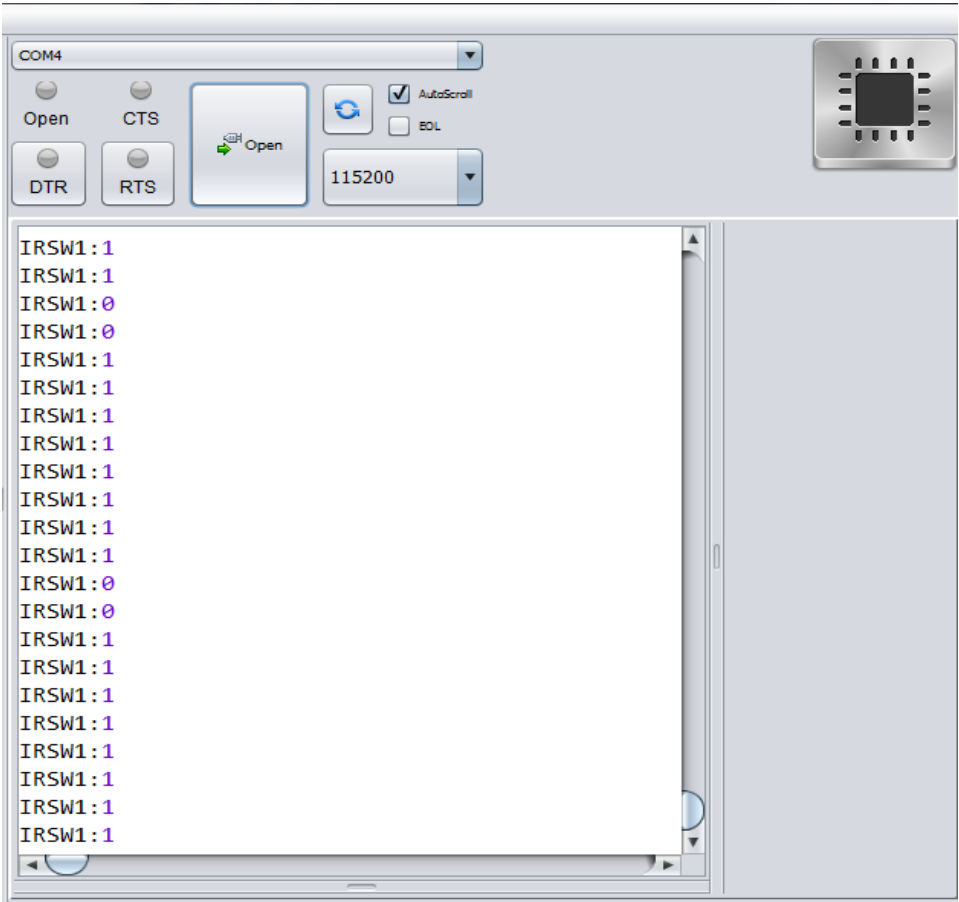


图 5-3 人体红外触发结果

蜂鸣器在整个楼宇的作用是报警，无论是温湿度、人体红外和烟雾等情况出现异常都会报警触发。为了便于测试，当串口助手出现 Receive 0，就认为是触发。如下图：

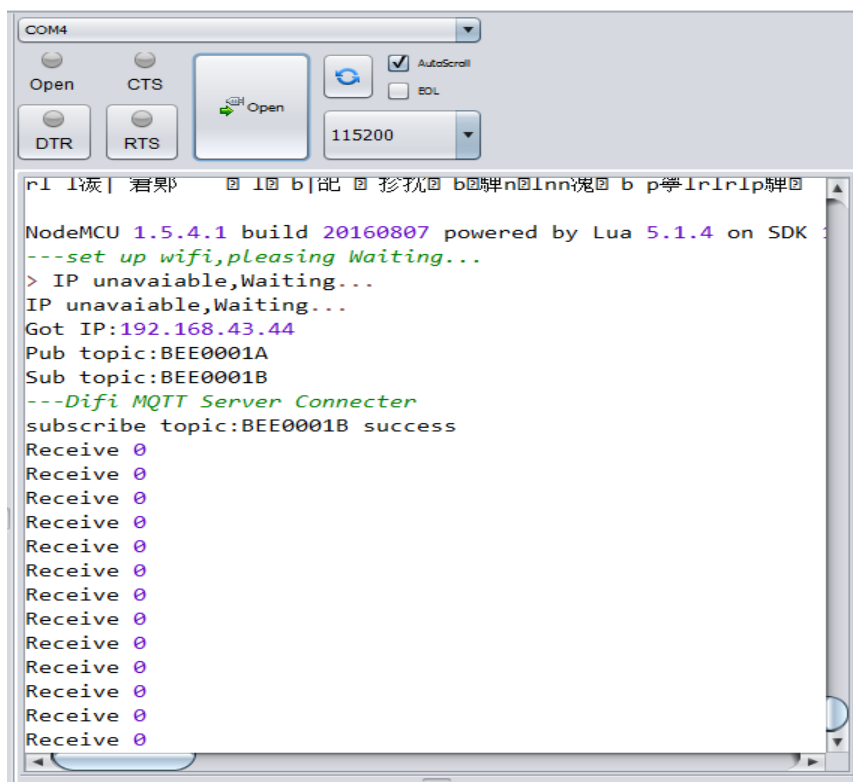


图 5-4 蜂鸣器模块触发结果

风扇模块在整个楼宇的作用是通风排气和降温，无论是温湿度还是烟雾过高都会触发。为了便于测试，当串口助手出现 Receive 1 就认为是触发。如下图：

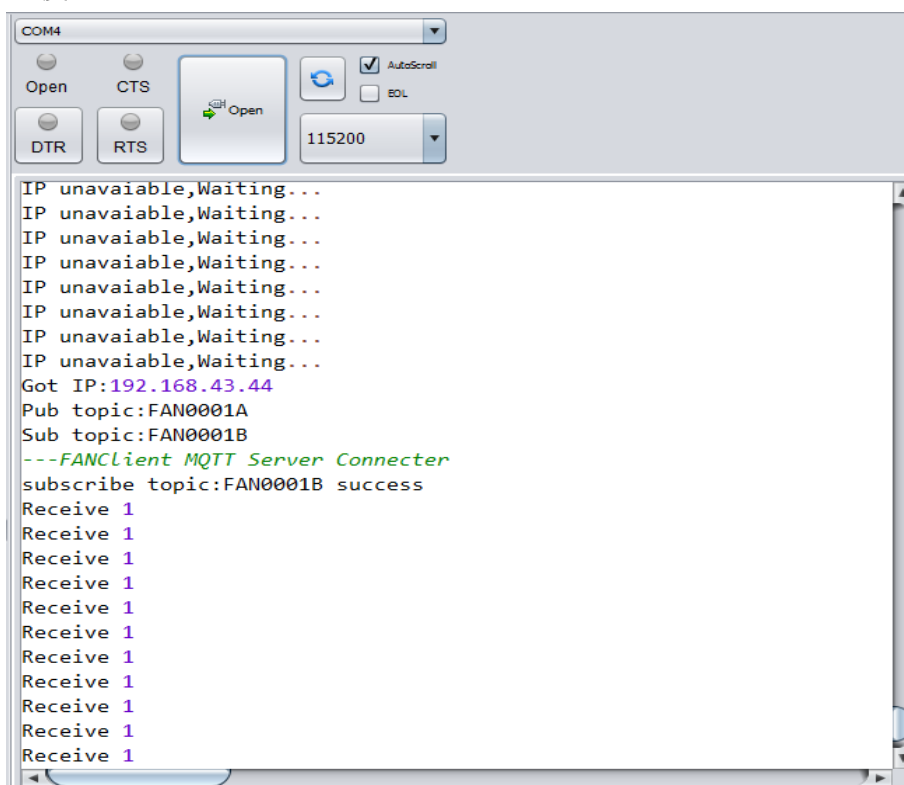


图 5-5 风扇模块触发结果

LED 模块负责整个楼宇照明，当出现 ‘Green Led ON’、 ‘Blue Led ON’ 和 ‘Red Led ON’ ，说明照明正常开启。如下图：

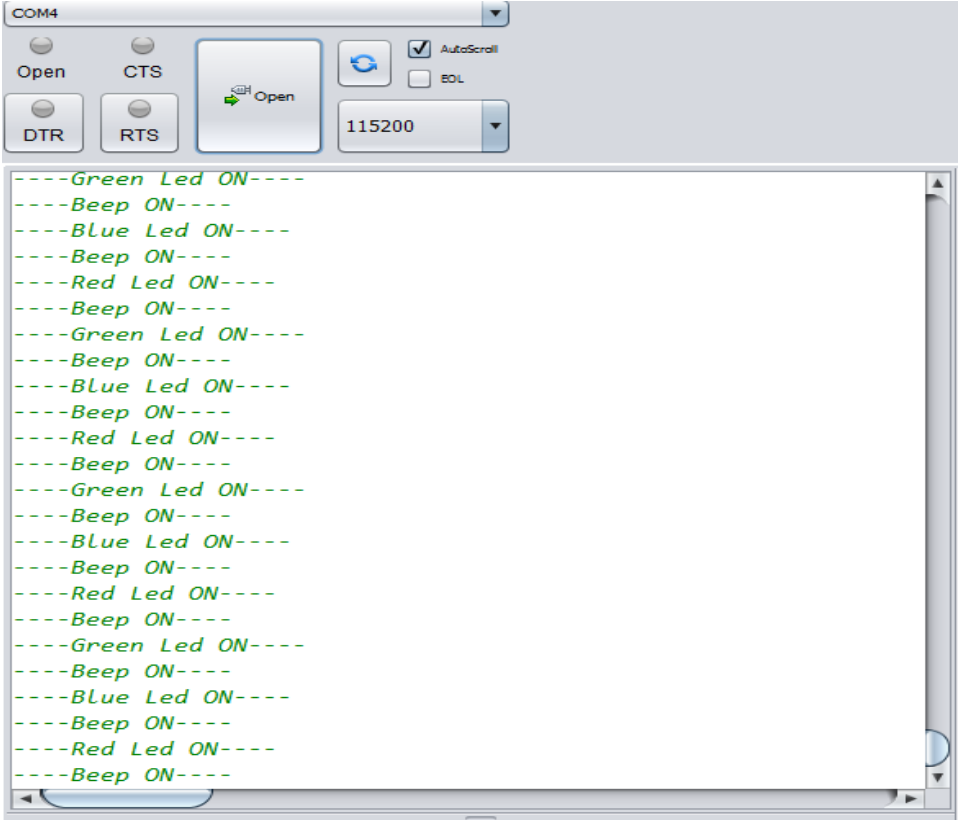


图 5-6 LED 模块开启

5.1.3 智能 WIFI 模块测试

WIFI 模块负责整个系统数据传输，作为传感层与应用层数据传输的桥梁，通过测试，可以知道整个系统的数据是否正常传输。

表 5-3 WIFI 测试记录表

测试内容	测试 WIFI 能否接入网络，正常向应用层传输数据
测试步骤	查看智能楼宇云平台界面的数据和向底层发送指令
预期现象	智能楼宇云平台界面数据实时更新和向底层发送指令，底层做出响应
失败处理	逐个排查模块、单片机和程序等可能出现的问题
失败检查	1) 检查模块电源灯是否为蓝色闪烁 2) 检查连线是否出错 3) 检查程序是否合理 4) 检查热点是否正常联网

测试连接成功为连接到热点，同时打印每个设备的主题号，截图如下：

COM4

Open

CTS

Open

AutoScroll

EOL

DTR

RTS

115200

NodeMCU 1.5.4.1 build 20160807 powered by Lua 5.1.4 on SDK 1.5.4.1(39cb9a
---set up wifi,pleasing Waiting...
> IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
IP unavaiable,Waiting...
Got IP:192.168.43.44
Pub topic:LED0001A
Sub topic:LED0001B
---LedClient MQTT Server Connector
subscribe topic:LED0001B success

图 5-7 WIFI 模块测试截图

5.2 强壮性测试

强壮性测试是为了检查整个系统在高并发量以及长时间的访问下，服务器系统时候稳定地运行， 以下是测试部分。

表 5-4 测试记录表

测试目的	大量用户同时访问该系统，测试系统能否长时间稳定运作
测试步骤	各个底层模块正常工作，开启应用层软件，运行半个小时，查看系统运行情况
预期现象	系统在高并发的访问下，系统稳定、持续地运转起来
测试结果	测试跟预期现象一致

6 总结与展望

6.1 总结

本文从企业级的智能楼宇角度出发，根据需求分析出传统的楼宇在楼宇安防管理方面，仍然缺少及时性较强的应急监控系统安防系统；在楼宇管理上系统离散，浪费管理资源；在楼宇管理上系统缺失，统一管理无法实现。

本文提出的是一种企业级楼宇自动化管理系统的解决方案，利用物联网技术，能实现安防监控、楼宇管理、客户服务、物业管理等功能。所以项目的完成使智能楼宇在日常办公中更加的智能化以及物业管理公司和入驻楼宇的企业更加方便管理，为他们的管理带来极大的便利。

6.2 展望

本文的智能楼宇系统仍然存在需要完善与创新的地方，有以下几点：

- 1) 在安防管理方面，可以安装摄像头，进一步研究，实现人脸识别功能。
- 2) 可以对录入系统的信息进行数据挖掘，为系统进一步完善做出决策。
- 3) 可以增加一个人脸识别的门禁功能。
- 4) 进一步对智能楼宇系统的优化，优化界面，优化代码量。
- 5) 不断更新新技术，主流的框架对智能楼宇系统更新换代。

7 参考文献

- [1] “2018 新型智慧城市发展与实践研究报告”, <http://www.199it.com/archives/715573.html>
(2018/4/25) .
- [2] 王化祥. 传感器原理及应用[M]. 北京:天津大学出版社, 2015. 1-20.
- [3] 赵小强, 李晶, 王彦本. 物联网系统设计及应用[M]. 北京:人民邮电出版社, 2015. 20-39.
- [4] 吕慧. 物联网通信技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2016. 1-30.
- [5] 桂劲松. 物联网系统设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2013. 12-20.
- [6] 杨昇. 网络安防[M]. 西安:电子科技大学出版社, 2015. 21-40.
- [7] 黄宏聪, 齐鹏飞, 郑青松. 基于物联网的智能楼宇综合管理系统架构设计[J]. 智能建筑与智慧城市, 2018(12):89-91+96.
- [8] 王爱英. 计算机组成与结构[M]. 北京:清华大学出版社, 2007 (4) . 206-269.

8 致谢

美好的大学生涯，时光荏苒，白驹过隙。在四年的校园学习里，我一路成长，从对物联网一无所知无知到现在有扎实的专业基础，这些进步都离不开谆谆教导的老师和热情的同学能的帮助。经过本次毕业设计，我对物联网工程这个专业有了新的认识。

在这里我要感谢李福芳老师，从选题上就商量好久，经过几番分析，最后才选定了智能楼宇这个具有现代化、实用化和挑战性的题目。然后就是硬件和技术选型上，李老师在根据系统上的需求，对我提了一些宝贵、中肯的建议。在一些关键技术攻破上，李老师也是细心、耐心的指导我，师恩情意重，在此表示最衷心的感谢，李老师，谢谢您。

同时我也要感谢陈俊林同学，当我在技术有难题或者在系统各个模块设计是否合理上，我经常请教他，每次都跟我耐心地讲解，辛苦了。

在今后的工作生活里，我必定铭记华软校训——“博学笃行，与时俱进”，不忘初心，继续前进。

