数字路灯

|  |  |
| --- | --- |
| 学校名称： | 广州大学华软软件学院 |
| 团队名称： | 三人行 |
|  |  |
| 队长： | 陈龙 |
| 队员1： | 苏骏程 |
| 队员2： | 林大荣 |
| 队员3： | 廖钺焕 |

基于物联网的公共照明管理系统-api接口和客户端与硬件通信的实现

# 摘 要

本项目是为了更好了去管理道路照明，实时监控道路空气环境，并且能在不搭建高成本的电缆、通信电路的情况下对路灯进行远程操作，极大的减少了建设路灯工程的成本还能更快、更高效的完成路灯工程的建设，加上每个路灯自带系统故障自动申报，也减少了工程师们对路灯定期检查的大量人力成本和时间。实时监控道路的空气质量，也能间接的为环保部门提供主要污染空气路段的数据，为治理道路和城市提供更好的数据支持。

**关键词：故障上报；GIS可视化管理；节能调光**

**目 录**

[数字路灯 I](#_Toc19667)

[摘 要 II](#_Toc24017)

[第一章 绪论 1](#_Toc30008)

[1.1 研究的背景及意义 1](#_Toc18449)

[1.2 国内外研究现状 2](#_Toc23497)

[1.2.1 国内研究现状 2](#_Toc13705)

[1.2.2 国外研究现状 2](#_Toc31871)

[1.3 项目来源和研究内容 3](#_Toc12838)

[1.3.1 项目来源 3](#_Toc7180)

[1.3.2 项目研究内容 3](#_Toc32384)

[第二章 无线通信技术选型 4](#_Toc29854)

[2.1 ZigBee与PLC 4](#_Toc1)

[2.2 6LoWPAN与ZigBee 6](#_Toc529)

[2.3 NB-IoT 6](#_Toc1764)

[2.4 WebSocket服务端与外部设备通信 7](#_Toc12374)

[第三章 功能规划 8](#_Toc16749)

[3.1 主监控端（Web） 8](#_Toc1618)

[3.1.1 权限控制 8](#_Toc11738)

[3.1.2 智能控制 10](#_Toc30857)

[3.1.3 区域控制 13](#_Toc10455)

[3.1.4 调度维护（部分实现） 13](#_Toc10831)

[3.1.5 登陆管理 15](#_Toc25714)

[3.2 监控子站（Android） 16](#_Toc22871)

[3.2.1 登录界面 16](#_Toc13292)

[3.2.2 修改密码界面 16](#_Toc20178)

[3.2.3 个人信息界面 17](#_Toc15066)

[3.2.4 无网络提示界面 18](#_Toc19078)

[3.2.5 程序主界面 18](#_Toc17002)

[3.2.6 设备最近24小时数据检测界面 19](#_Toc16248)

[3.2.7 主要功能界面 19](#_Toc19922)

[3.2.8 联系人聊天界面 20](#_Toc14119)

[3.2.9 设备列表界面 21](#_Toc3887)

[3.2.10 设备详情界面 21](#_Toc5997)

[3.2.11 设备故障数据异常界面 22](#_Toc10335)

[3.2.12 系统通知界面 23](#_Toc10358)

[第四章 硬件组成 24](#_Toc16279)

[4.1 硬件总体架构 24](#_Toc25463)

[4.2 传感器/模块详解 25](#_Toc28100)

[4.2.1 电压电流检测模块SA-151 25](#_Toc6147)

[4.2.2 GPS模块UBLOX-6M 26](#_Toc32004)

[4.2.3 光照传感器 GY-30 31](#_Toc9526)

[4.2.4 颗粒物传感器PMS5003 32](#_Toc24494)

[4.2.5 温湿度传感器DHT11 37](#_Toc11535)

[第五章 软件架构和开发环境 41](#_Toc19646)

[5.1 MySQL数据库设计 41](#_Toc7082)

[5.2 监控子站（Android端） 42](#_Toc5295)

[5.2.1 开发环境 42](#_Toc26937)

[5.2.2 软件架构 42](#_Toc6654)

[5.3 主监控端（Web端） 43](#_Toc29941)

[5.3.1 开发环境 43](#_Toc29421)

[5.3.2 软件架构 43](#_Toc2138)

[5.4 云服务器端 43](#_Toc9797)

[5.4.1 开发环境 43](#_Toc19810)

[5.4.2 软件架构 44](#_Toc17180)

[5.4.3 数据库架构 44](#_Toc6061)

[5.4.4 系统架构 46](#_Toc21490)

[5.5 ARM 48](#_Toc8103)

[5.5.1 开发环境 48](#_Toc28585)

[5.5.2 软件架构 49](#_Toc2099)

[5.6 缓存服务器 50](#_Toc32532)

[5.6.1 开发环境 50](#_Toc2663)

[5.6.2 Redis缓存服务器的介绍 50](#_Toc17464)

[5.6.3 软件架构 50](#_Toc16469)

[5.7 ZigBee 50](#_Toc22653)

[5.7.1 开发环境 50](#_Toc3835)

[5.7.2 软件架构 51](#_Toc16721)

[第六章 下一步计划 55](#_Toc28876)

[第七章 参考文献 56](#_Toc30488)

# 绪论

## 研究的背景及意义

2010年6月7日，[胡锦涛](https://baike.baidu.com/item/胡锦涛)总书记在中国科学院第十五次院士、[中国工程院](https://baike.baidu.com/item/中国工程院)第十次院士大会上提出推动科技发展工作的8点意见 ，首条便是“大力发展智能科技，坚持节能优先、绿色低碳”。智能科技已被提升到关乎国家科学技术发展和运用的战略级层面。而几乎同时召开的第十五届广州国际照明展上，智能照明系统成为展会的一大亮点，众多知名厂家开始涉足其中，抢占智能领域的掘金至高点。

采用适当的照明控制设备也可以很好地提高照明系统的工作效率，例如采用红外线运动检测技术、恒亮(照)度照明技术，在照明环境有人出现需要照明时，就通过照明控制系统接通照明光源，反之如果照明环境没有人，不需要照明时，就关断照明光源。再如，如果室外自然光较强时，可以适当降低室内照明电光源的发光强度，而当室外自然光源较弱时，可以适当提高室内照明电光源的发光强度，从而实现照明环境的恒亮(照)度照明，达到照明节能的效果。

随着LED照明技术不断提高，LED智能照明系统逐步应用在道路照明管理、景观照明管理。其次，由于人们对光照明的要求不断提高，LED智能照明在智能办公、家庭智能照明等领域具有广大发展空间。相信在驱动技术、控制技术、无线调光控制技术等不断发展下，未来LED照明带给大家的不仅仅是节能，还有智能方便、场景控制、无线调光控制等健康舒适的绿色照明生活。

*Figure 1 2010年至2015年中国全国城市道路照明灯数量（数据来源于国家统计局公布数据。）*

## 国内外研究现状

### 国内研究现状

2016年3月, 华为技术有限公司发布“多级智能控制照明物联网解决方案”,该方案将物联网技术与LED照明无缝结合，成就了照明行业的智能化嬗变。此方案通过引入标准RF mesh 通信协议构建自发现、自组网、设备即插即用、可快速自愈的智能传感网，以高速LTE/3G/GPRS敏捷物联网关作为远程通信桥梁，以开放、智能的敏捷控制器作为核心控制组件，可自由对接差异化的照明控制应用系统。目前这套方案已经在欧洲捷克应用，标准化的路灯控制器实现了零安装成本，并易维护;无线Mesh技术使网络更可靠、高效;通过敏捷控制器、网关、路灯控制器实现三级照明控制，整体助力40%的二次节能。

### 国外研究现状

在市场发展初级阶段，智能照明尽管具有较为广阔的发展前景，但受限于当前市场环境条件的特点，仍然没有得到大面积的应用和推广。人们普遍缺乏对智能照明系列产品的消费意识，厂家和买家也没有加大宣传，使智能照明市场仍然具有较大的发展空间。与此同时，智能照明对于国内来说仍然显得较为奢侈，照明产品价格昂贵，基层民众难以负担照明的基本费用，因而智能照明产品难以真正实现大力推广，智能照明市场在发展的过程中面临较为严峻的挑战。对于国外而言，没有将智能照明产品单独进行推广，而仅仅将其视为智能化技术发展的一部分。对于国内而言，在发展初步阶段，尽管智能照明行业逐渐兴起，瑞郎、海尔等各大企业都致力于智能化照明技术的开发，但是受限于人们的消费观念及国内市场，难以拓展更为广阔的产品销售渠道，非常不利于照明市场的发展。

然而，计算机互联网时代的到来，伴随着通信技术等一系列先进技术的发展，人们越来越注重数字化家居的实现。智能化照明技术能够切实促进数字化家居的发展，因而近几年智能照明市场逐渐有开始发展的趋势。尤其是消费者对于智能化家居的认识逐渐加强，智能照明逐渐走向产业化发展道路。鉴于现阶段的发展趋势，智能照明技术在不久将进一步得到应用和推广，并充分走入人们的日常生活。

为进一步探究智能化照明技术的应用现状，现以华大基因楼为例。该中心方案采用POE照明技术，能切身实现对照明系统的智能化控制，有利于环保节能，从而实现良好的智能化办公。该中心方案在实施建设的过程中，利用先进的[LED](http://lights.ofweek.com/)灯能切身实现节能，并利用智能化技术，可以对光线及人体进行感应，从而达到良好的节能效果。据统计，相较于传统灯具，应用LED灯能实现节能超过70%，大大节约了工程成本，预计不到5年的时间内，应用LED等就能有效收回成本，并能节约资金超过百万元。除此之外，利用POE照明技术还能实现精确定位，减少人工工作量，还能使室内办公安全性大大提高。

## 项目来源和研究内容

### 项目来源

本项目源于学生的生活发现，并于2017年3月下旬成功申报了2017年院级“质量工程”项目“基于物联网的公共照明管理系统”。

### 项目研究内容

本项目旨在将公共照明路灯接入网络，基于GIS的可视化管理，1名人员就可以管理多个街区成千上万盏路灯，每个街区的路灯数量、路灯状态、安装位置、安装时间等信息一目了然。当路灯故障时系统会自动告警，并发送信息通知维修人员及时检修。利用分布的路灯安装点加装传感器，实现与智能交通、环境监控，城市治理等全方位联动，为市政管理决策提供数据支持。

研究内容主要有：

1. 分析研究现有智慧路灯系统中所用到的通信技术，总结其优点与不足之处，并从中寻找出一种更适用于智慧路灯的无线通信技术。

2) Mysql数据库设计

3) java开发linux系统服务

4) PHP开发

5) WebScocket通信

6) 缓存技术

7) 分布式部署

8) 防ddos攻击

# 无线通信技术选型

现有智慧路灯系统中采用的主流无线通信技术有ZigBee 、PLC 和 6LoWPAN 。

## ZigBee与PLC

采用PLC（电力载波通信）的缺陷

1) 配电变压器对电力载波信号有阻隔作用，所以电力载波信号只能在一个配电变压器区域范围内传送；

2) 三相电力线间有很大信号损失（10 dB -30dB）。通讯距离很近时，电力载波芯片不同相间可能会收到信号。一般电力载波信号只能在单相电力线上传输；

3) 不同信号藕合方式对电力载波信号损失不同，藕合方式有线-地藕合和线-中线藕合。线-地藕合方式与线-中线藕合方式相比，电力载波信号少损失十几dB，但线-地藕合方式不是所有地区电力系统都适用；

4) 电力线存在本身固有的脉冲干扰。目前使用的交流电有50HZ和60HZ，其周期为20ms和16.7ms，在每一交流周期中，出现两次峰值，两次峰值会带来两次脉冲干扰，即电力线上有固定的100HZ或120HZ脉冲干扰，干扰时间约2ms，因此干扰必须加以处理。有一种利用波形过0点的短时间内进行数据传输的方法，但由于过0点时间短，实际应用与交流波形同步不好控制，现代通讯数据帧又比较长，所以难以应用；

5) 电力线对载波信号造成高削减。当电力线上负荷很重时，线路阻抗可达1欧姆以下，造成对载波信号的高削减。实际应用中，当电力线空载时，点对点载波信号可传输到几公里。但当电力线上负荷很重时，只能传输几十米。

具体区别如下：

*Table 1 PLC与ZigBee对比*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **电力线载波技术** | **Zigbee无线通讯技术** |
| 安装成本 | 高。需安装单灯控制器集中控制器和电力设备 | 低，需安装单灯控制器集中控制器 |
| 传输方式 | 电力线传播 | 2.4G无线电传播 |
| 抗干扰性 | 大、受环境变化影响 | 小、易受同频无线电影响 |
| 保密性 | 低，通讯易破坏 | 高，通讯经过加密 |
| 信息容量 | 带宽有限 | 带宽有限 |
| 限制 | 无限制 | 无限制 |
| 同功率传输质量 | 有脉冲干扰 | 空旷环境信号好 |
| 稳定性 | 差，传输信息衰减严重 | 稳定 |
| 传输距离 | 近，受电力阻抗作用 | 远，相近节点可组网传输 |

## 6LoWPAN与ZigBee

6LoWPAN和ZigBee都是采用IEEE802.15.4规定的物理层和数据链路层。主要的不同之处在于6LowPan采用IPv6协议栈，而ZigBee采用ZigBee协议栈。

*Figure 3 ZigBee与6LowPan*

虽然6LowPan支持IPv6，可以很方便的接入互联网。但是由于ZigBee联盟的推动，ZigBee在技术成熟度和产品市场化方面比6LoWPAN更有优势。

## NB-IoT

待研究

## WebSocket服务端与外部设备通信

*Websocke服务端和客户端的通信流程图*

WebSocket protocol 是HTML5一种新的协议。它实现了客户端(如浏览器)与服务器全双工通信(full-duplex)。连接时需要客户端发起一个http请求，服务器监听并打开连接开始通信。

传统的web通信方式

1. 是一种无状态协议。
2. 工作模式：客户端请求-服务端响应  
   3) 适用场景：信息变化不是特别频繁的场合，如网页刷新  
   4) 不适用场景：游戏，聊天，监控等实时通交流的场景
3. 问题：多次请求会对服务器造成较大的压力，并且增加网咯带宽占用网络资源，实时性弱等

websocket通信方式

1. 属于有状态协议
2. 是html5开始提供的一种在单个TCP连接上进行全双工通讯协议。Websocket通信协议与2011年倍IETF定为标准RFC 6455，Websocket API被W3C定为标准。  
   3) 原理和TCP一样，只需做一个握手动作，就可以形成一条通道，进行长时间通信。

# 功能规划

## 主监控端（Web）

主监控端主要用来实现对路灯的监控。其中包括路灯的安装信息，故障记录，传感器信息，规划路灯的维修单位，可以控制路灯的亮灭，查看路灯的地理信息。通过此软件可以实现对路灯的智能监控和控制。

### 权限控制

权限控制使用RBAC权限管理。

基于角色的访问控制（Role-Based Access Control）作为传统访问控制（自主访问，强制访问）的有前景的代替受到广泛的关注。在RBAC中，权限与角色相关联，用户通过成为适当角色的成员而得到这些角色的权限。这就极大地简化了权限的管理。在一个组织中，角色是为了完成各种工作而创造，用户则依据它的责任和资格来被指派相应的角色，用户可以很容易地从一个角色被指派到另一个角色。角色可依新的需求和系统的合并而赋予新的权限，而权限也可根据需要而从某角色中回收。角色与角色的关系可以建立起来以囊括更广泛的客观情况。

权限控制主要是对监控平台管理人员各种权限的设置。主要包括管理员列表，角色列表和操作列表。

操作列表是拥有全部权限的超级管理员对权限的增删改查。

角色列表是对角色的增删改查，比如角色有超级管理员，主管等。

管理员列表是超级管理员对普通管理员的增删改查。

登录查询操作可以查看登录过的用户，也可以一键清空登录记录。

操作记录可以查看登录用户做过哪些操作，可以一键清除操作操作记录。

### 智能控制

智能控制模块主要是对路灯地理信息，该路灯的安装时间，状态信息，故障信息等的显示和对路灯的控制。

GIS显示主要是将一定范围内的路灯位置进行显示，主要是进行对路灯状态的监控和该路灯的地理信息的定位，可以查看该地理位置的一些传感信息，主要包括温度，湿度和PM2.5。

可以通过查看统计图按钮查看目前温度，湿度和PM2.5的变化趋势

可以通过按钮开灯和关灯记性对该灯的测试，控制开灯和关灯是通过websocket向服务器发送控制指令，再由服务器向底层发送控制指令，底层再进行指令处理；通过此方式进行对灯的控制。

路灯列表显示主要是对所有路灯的地理位置进行显示，并且可以查看各个路灯的维修记录和故障原因，可以查看路灯的一些安装信息。还可以直接将该路灯的信息直接从数据库删除。

### 区域控制

区域控制主要是对一定区域内的路灯进行范围性的智能控制。包括区域列表，创建区域和区域开关。

区域列表主要显示所有已经创建的区域和对这些已经创建的区域进行删除，显示区域的基本信息比如控制哪些路灯；在区域列表中可以发送控制指令同时对这些路灯进行集体控制。

创建区域主要是对一定范围内的路灯进行智能管理，创建区域后，可以指定一些路灯在该区域内，如果在该区域内，则可以通过区域列表对该区域的路灯进行智能化控制（开灯，关灯）。

区域开关是用来对区域内的路灯进行智能控制。

### 调度维护（部分实现）

调度维护模块是对路灯的一些维护管理。包括故障列表，创建维修单位和维修单位列表和历史维修记录。

其中，故障列表是用来显示所有路灯的所有故障信息。

创建维修单位(部分实现)

主要是在某个地理位置上创建维修单位，可以可以通过此维修单位来通知客户端app路灯出现故障，进而让维修单位可以及时对路灯进行故障维修。

维修单位列表（部分实现）

主要是能查看已经创建的维修单位的一些基本信息，能对维修单位进行删除，修改和查询，包括操作维修单位的一些基本信息。

历史维修记录主要是查看所有维修人员维修路灯的维修记录。

新建通知主要是新建一些通知发送给服务器，再由服务器推送给监控子站。

通知列表可以查看新建过的通知的记录

通信洽谈（待实现）可以让主监控和客户端进行即时通信（类似聊天室）

### 登陆管理

登录模块主要是控制访问者是否能够进入本系统，用户必须是有拥有权限管理的用户管理权限才能进行创建，不可以由用户手动进行注册或者添加用户。

## 监控子站（Android）

移动端应用层为整个系统的从控检测管理中心，供工作人员使用，用户由PC端主控调配管理。移动端应用层与服务器交互主要使用HTTP网络通信实现（注：以下说的“系统”为主控，“用户”为工作人员/技术员）

### 登录界面

该应用供工作人员使用，账户由系统分配，用户登录，根据所分配的用户名和密码请求服务器，正确则返回程序界面和相应的用户数据信息。

### 修改密码界面

用户的初始密码由系统分配，用户可以根据自己的工号和名字来修改密码，提交给服务器对其相应数据进行修改和保存。

### 个人信息界面

用户登录后，服务器返回该用户的数据，然后保存到本地，数据读取到界面，随时可进行查看。

### 无网络提示界面

没有网络，一切需要用到网络的功能都不可操作。

### 程序主界面

启动后定位当前位置，基于高德地图实现的地图查看设备分布情况，目前只实现广东省内大部分市区的查询，输入市区点击查看地图可视区域转至该市区，设备分布呈现，该功能也供普通用户（不是工作人员）使用，点击设备可查看相关位置检测的数据信息。

### 设备最近24小时数据检测界面

地图上设备点击跳转的界面，可查看该地区设备检测到的最近24小时的数据信息，也可查看该设备检测到的异常数据；供技术员远程控制，可开关灯或切换控制模式（光控（目前），该功能也供普通用户使用，但远程控制板块普通用户不可视。

### 主要功能界面

初次进入应用点击头像登录，登录后返回用户数据信息，下次进入程序不需要再登录默认第一次登录用户，再次点击头像提示可换用户登录，只用登录后才能进入侧拉列表中触发的下一个界面，即不是工作人员未分配账户的普通用户不可使用。

### 联系人聊天界面

联系人列表是同一个区域的技术员，可以相互协调工作，相互帮忙，实现同一区域设备的更好管理，查询功能提供查询存在的技术员，技术人员间可相互认识交互知识等。（聊天功能待实现）

### 设备列表界面

已安放的设备，从服务器获取显示，信息有设备号和安放时间。（还有多设备远程控制管理，待实现）

### 设备详情界面

从设备列表点击出入，点击的设备号获取其相应数据和信息，有相关参数板块和历史检测数据查询，选择日期进行查询历史数据。

### 设备故障数据异常界面

开启后台服务建立webSocketClient与服务端的webSocketServer端进行长久通信，监听服务器推送消息，底层有故障或检测到数据有异常，开启广播接收服务端推送过来的消息，移动端弹出通知及手机震动、锁屏情况下呼吸灯闪烁，来提醒用户，用户接收到故障消息实时进行维修或检查环境。

### 系统通知界面

通知由系统下达告知用户，通知相关区域设备分配与管理、分布调整、紧急通知等；应用第一次启动后，在后台开启一个新的进程承载的后台服务去监听服务器收到系统下达的通知，然后通过广播提醒通知到来启动程序返回通知界面对通知进行查看。

# 硬件组成

## 硬件总体架构

## 传感器/模块详解

### 电压电流检测模块SA-151

1. **主要参数**
   1. 供电电压 3.3v-5v（内核工作电压 3.3v）；
   2. 电压检测范围 3-25V（工作电压在5V时）
   3. 电流检测范围 0-3A，精度 2%，电流电压转换比值 1V/A
   4. 电流检测的放大器芯片是MAX471，电压检测采用电阻分压原理
2. **引 脚 说 明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 说明 |
| 1 | VT | 电压检测引脚，检测的电压是输入电压的 1/5 |
| 2 | AT | 电流检测引脚 |
| 3 | GND |  |
| 4 | VOUT/VIN: | VOUT=VIN |

### GPS模块UBLOX-6M

1. **主 要 参 数**
   1. 默认波特率 9600；
   2. 供电电压 3.3v-5v（内核工作电压 3.3v）；
2. **引 脚 说 明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 说明 |
| 1 | VCC | 电源（3.3V~5.0V） |
| 2 | GND |  |
| 3 | TXD | 模块串口发送脚（TTL电平） |
| 4 | RXD | 模块串口接收脚（TTL电平） |
| 5 | PPS | 时钟脉冲输出脚 |

PPS引脚同时连接到了模块自带了的状态指示灯：PPS，该引脚连接在UBLOX NEO-6M模组的TIMEPULSE端口，该端口的输出特性可以通过程序设置。PPS指示灯（即PPS引脚），在默认条件下（没经过程序设置），有2个状态： ① 常亮，表示模块已开始工作，但还未实现定位。② 闪烁（100ms灭，900ms亮），表示模块已经定位成功。

1. **指 令 解 析**
   1. **3.1 NMEA-0183 协 议 简 介**

NMEA 0183是美国国家海洋电子协会（National Marine Electronics Association）为海用电子设备 制定的标准格式。目前业已成了GPS导航设备统一的RTCM（Radio Technical Commission

for Maritime services）标准协议。

NMEA-0183协议采用ASCII码来传递GPS定位信息，我们称之为帧。 帧格式形如：$aaccc,ddd,ddd,…,ddd\*hh(CR)(LF)

1、“$”：帧命令起始位

2、aaccc：地址域，前两位为识别符（aa），后三位为语句名（ccc） 3、ddd…ddd：数据

4、“\*”：校验和前缀（也可以作为语句数据结束的标志）

5、hh：校验和（check sum），$与\*之间所有字符ASCII码的校验和（各字节做异或运算，得

到 校验和后，再转换16进制格式的ASCII字符）

6、(CR)(LF)：帧结束，回车和换行符

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 命令 | 说明 | 最大帧长 |
| 1 | $GPGGA | GPS定位信息 | 72 |
| 2 | $GPGSA | 当前卫星信息 | 65 |
| 3 | $GPGSV | 可见卫星信息 | 210 |
| 4 | $GPRMC | 推荐定位信息 | 70 |
| 5 | $GPVTG | 地面速度信息 | 34 |
| 6 | $GPGLL | 大地坐标信息 |  |
| 7 | $GPZDA | 当前时间(UTC)信息 |  |

UTC 时间即协调世界时，相当于本初子午线(0 度经线)上的时间，北京时间比 UTC 早 8 个小时。

* 1. **指 令 详解**

1，$GPGGA（GPS定位信息，Global Positioning System Fix Data） $GPGGA语句的基本格式如下（其中M指单位M，hh指校验和，CR和LF代表回车换行，下同）：

$GPGGA,(1),(2),(3),(4),(5),(6),(7),(8),(9),M,(10),M,(11),(12)\*hh(CR)(LF)

(1)UTC时间，格式为hhmmss.ss；

(2)纬度，格式为ddmm.mmmmm（度分格式）；

(3)纬度半球，N或S（北纬或南纬）；

(4)经度，格式为dddmm.mmmmm（度分格式）；

(5)经度半球，E或W（东经或西经）；

(6)GPS状态，0=未定位，1=非差分定位，2=差分定位；

(7)正在使用的用于定位的卫星数量（00~12）

(8)HDOP水平精确度因子（0.5~99.9）

(9)海拔高度（-9999.9到9999.9米）

(10)大地水准面高度（-9999.9到9999.9米）

(11)差分时间（从最近一次接收到差分信号开始的秒数，非差分定位，此项为空）

(12)差分参考基站标号（0000到1023，首位0也将传送，非差分定位，此项为空)

举例如下：

$GPGGA,023543.00,2308.28715,N,11322.09875,E,1,06,1.49,41.6,M,-5.3,M,,\*7D

2，$GPGSA（当前卫星信息）

$GPGSA语句的基本格式如下：

$GPGSA,(1),(2),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(3),(4),(5),(6)\*hh(CR)(LF)

(1) 模式，M = 手动，A = 自动。

(2) 定位类型，1=未定位，2=2D定位，3=3D定位。

(3) 正在用于定位的卫星号（01~32）

(4) PDOP综合位置精度因子（0.5-99.9）

(5) HDOP水平精度因子 1 （0.5-99.9）

(6) VDOP垂直精度因子（0.5-99.9）

举例如下：

$GPGSA,A,3,26,02,05,29,15,21,,,,,,,2.45,1.49,1.94\*0E

注1：精度因子值越小，则准确度越高。

3，$GPGSV（可见卫星数，GPS Satellites in View）

$GPGSV语句的基本格式如下：

$GPGSV, (1),(2),(3),(4),(5),(6),(7),...,(4),(5),(6),(7)\*hh(CR)(LF)

(1) GSV语句总数。

(2) 本句GSV的编号。

(3) 可见卫星的总数（00~12，前面的0也将被传输）。

(4) 卫星编号（01~32，前面的0也将被传输）。

(5) 卫星仰角（00~90度，前面的0也将被传输）。

(6) 卫星方位角（000~359度，前面的0也将被传输）

(7) 信噪比（00~99dB，没有跟踪到卫星时为空）。

注：每条GSV语句最多包括四颗卫星的信息，其他卫星的信息将在下一条$GPGSV语句中输出。

举例如下：

$GPGSV,3,1,12,02,39,117,25,04,02,127,,05,40,036,24,08,10,052,\*7E

$GPGSV,3,2,12,09,35,133,,10,01,073,,15,72,240,22,18,05,274,\*7B

$GPGSV,3,3,12,21,10,316,31,24,16,176,,26,65,035,42,29,46,277,18\*7A

4，$GPRMC（推荐定位信息，Recommended Minimum Specific GPS/Transit Data） $GPRMC语句的基本格式如下：

$GPRMC,(1),(2),(3),(4),(5),(6),(7),(8),(9),(10),(11),(12)\*hh(CR)(LF)

(1) UTC时间，hhmmss（时分秒）

(2) 定位状态，A=有效定位，V=无效定位

(3) 纬度ddmm.mmmmm（度分）

(4) 纬度半球N（北半球）或S（南半球）

(5) 经度dddmm.mmmmm（度分）

(6) 经度半球E（东经）或W（西经）

(7) 地面速率（000.0~999.9节）

(8) 地面航向（000.0~359.9度，以真北方为参考基准）

(9) UTC日期，ddmmyy（日月年）

(10)磁偏角（000.0~180.0度，前导位数不足则补0）

(11) 磁偏角方向，E（东）或W（西）

(12) 模式指示（A=自主定位，D=差分，E=估算，N=数据无效）

举例如下：

$GPRMC,023543.00,A,2308.28715,N,11322.09875,E,0.195,,240213,,,A\*78

5，$GPVTG（地面速度信息，Track Made Good and Ground Speed）

$GPVTG语句的基本格式如下：

$GPVTG,(1),T,(2),M,(3),N,(4),K,(5)\*hh(CR)(LF)

(1) 以真北为参考基准的地面航向（000~359度，前面的0也将被传输）

(2) 以磁北为参考基准的地面航向(000~359度，前面的0也将被传输)

(3) 地面速率(000.0~999.9节，前面的0也将被传输)

(4) 地面速率(0000.0~1851.8公里/小时，前面的0也将被传输)

(5) 模式指示（A=自主定位，D=差分，E=估算，N=数据无效）

举例如下：

$GPVTG,,T,,M,0.195,N,0.361,K,A\*2A

6，$GPGLL（定位地理信息，Geographic Position）

$GPGLL语句的基本格式如下：

$GPGLL,(1),(2),(3),(4),(5),(6),(7)\*hh(CR)(LF)

(1) 纬度ddmm.mmmmm（度分）

(2) 纬度半球N（北半球）或S（南半球）

(3) 经度dddmm.mmmmm（度分）

(4) 经度半球E（东经）或W（西经）

(5) UTC时间：hhmmss（时分秒）

(6) 定位状态，A=有效定位，V=无效定位

(7) 模式指示（A=自主定位，D=差分，E=估算，N=数据无效）

举例如下：

$GPGLL,2308.28715,N,11322.09875,E,023543.00,A,A\*6A

7，$GPZDA（当前时间信息）

$GPZDA语句的基本格式如下：

$GPZDA,(1),(2),(3),(4),(5),(6)\*hh(CR)(LF)

(1) UTC时间：hhmmss（时分秒）

(2) 日

(3) 月

(4) 年

(5) 本地区域小时（NEO-6M未用到，为00）

(6) 本地区域分钟（NEO-6M未用到，为00）

举例如下：

$GPZDA,082710.00,16,09,2002,00,00\*64

NMEA-0183协议的校验：每一帧最后都有一个hh的校验和，该校验和是通过计算$与\*之间所有字符ASCII码的异或运算得到，将得到的结果以ASCII字符表示就是该校验（hh）。

### 光照传感器 GY-30

1. **主要参数**
   1. 采用BH1750FVI芯片
   2. 低功耗3.3稳压器
   3. 电平转换（3-5v通信兼容）
2. **引脚说明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 说明 |
| 1 | VCC | 电源（3V~5.0V） |
| 2 | SCL | IIC总线时钟引脚 |
| 3 | SDA | IIC总线数据引脚 |
| 4 | ADDR | IIC设备地址引脚 |
| 5 | GND |  |

### 颗粒物传感器PMS5003

1. **主要参数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 参数 | 指标 | 单位 |
| 颗粒物测量范围 | 0.3~1.0；1.0~2.5；2.5~10 | 微米（μ m） |
| 颗粒物计数效率 | 50%@0.3微米 98%@>=0.5 微米 |  |
| 颗粒物质量浓度有效量  程（PM2.5 标准值） | 0~500 | 微克/立方米 |
| 颗粒物质量浓度最大量  程（PM2.5 标准值）\* | ≥1000 | 微克/立方米 |
| 颗粒物质量浓度分辨率 | 1 | 微克/立方米 |
| 颗粒物质量浓度一致性  （PM2.5 标准值）\* | ±10%@100~500 微克/立方米  ±10 微克/立方米@0~100 微克/立方米 |  |
| 称准体积 | 0.1 | 升（L） |
| 单次响应时间 | ＜1 | 秒（s） |
| 综合响应时间 | ≤10 | 秒（s） |
| 直流供电电压 | Typ:5.0,Min:4.5,Max: 5.5 | 伏特（V） |
| 工作电流 | ≤100 | 毫安（mA） |
| 待机电流 | ≤200 | 微安（μ A） |
| 数据接口电平 | L<0.8@3.3H >2.7@3.3 | 伏特（V） |
| 工作温度范围 | -10~+60 | 摄氏度（℃） |
| 工作湿度范围 | 0~99% |  |
| 储存温度范围 | -40~+80 | 摄氏度（℃） |
| 平均无故障时间 | ≥3 | 年（Y） |

注 1：最大量程指本传感器确保 PM2.5 标准值最高输出数值不小于 1000 微克/立方米。1000 微克/立方米以上以实测为准。

注 2：颗粒物浓度一致性数据为通讯协议中的数据 2测量环境条件为 20℃，湿度 50%

1. **引脚说明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 说明 |
| 1 | VCC | 电源（3V~5.0V） |
| 2 | GND |  |
| 3 | SET | 设置管脚 /TTL 电平@3.3V，高电平或悬空为正常工作状态，低电平为休眠状态 |
| 4 | RXD | 串口接收管脚/TTL 电平@3.3V |
| 5 | TXD | 串口发送管脚/TTL 电平@3.3V |
| 6 | RESET | 模块复位信号/TTL 电平@3.3V，低复位 |

1. **工作原理**

本传感器采用激光散射原理。即令激光照射在空气中的悬浮颗粒物上产生散射，同时在某一特定角度收集散射光，得到散射光强随时间变化的曲线。进而微处理器利用基于米氏（MIE）理论的算法，得出颗粒物的等效粒径及单位体积内不同粒径的颗粒物数量。传感器各功能部分框图如下图所示

1. **输出结果**

主要输出为单位体积内各浓度颗粒物质量以及个数，其中颗粒物个数的单位体积为 0.1 升，质量浓度单位为：微克/立方米。输出分为主动输出和被动输出两种状态。传感器上电后默认状态为主动输出，即传感器主动向主机发送串行数据，时间间隔为 200~800ms，空气中颗粒物浓度越高，时间间隔越短。主动输出又分为两种模式：平稳模式和快速模式。在空气中颗粒物浓度变化较小时，传感器输出为平稳模式，即每三次输出同样的一组数值，实际数据更新周期约为 2s。当空气中颗粒物浓度变化较大时，传感器输出自动切换为快速模式，每次输出都是新的数值，实际数据更新周期为 200~800ms。

1. **PMS5003 主动式传输协议**

默认波特率：9600bps 校验位：无 停止位：1 位

协议总长度：32 字节

|  |  |
| --- | --- |
| 起始符 1 | 0x42 (固定) |
| 起始符 2 | 0x4d (固定) |
| 帧长度高八位 | 帧长度=2x13+2(数据+校验位) |
| 帧长度低八位 |  |
| 数据 1 高八位 | 数据 1 表示 PM1.0 浓度（CF=1，标准颗粒物）单位μ g/m3 |
| 数据 1 低八位 |  |
| 数据 2 高八位 | 数据 2 表示 PM2.5 浓度（CF=1，标准颗粒物）单位μ g/m3 |
| 数据 2 低八位 |  |
| 数据 3 高八位 | 数据 3 表示 PM10 浓度（CF=1，标准颗粒物）单位μ g/m3 |
| 数据 3 低八位 |  |
| 数据 4 高八位 | 数据 4 表示 PM1.0 浓度（大气环境下）单位μ g/m3 |
| 数据 4 低八位 |  |
| 数据 5 高八位 | 数据 5 表示 PM2.5 浓度（大气环境下）单位μ g/m3 |
| 数据 5 低八位 |  |
| 数据 6 高八位 | 数据 6 表示 PM10 浓度 （大气环境下）单位μ g/m3 |
| 数据 6 低八位 |  |
| 数据 7 高八位 | 数据 7 表示 0.1 升空气中直径在 0.3um 以上颗粒物个数 |
| 数据 7 低八位 |  |
| 数据 8 高八位 | 数据 8 表示 0.1 升空气中直径在 0.5um 以上颗粒物个数 |
| 数据 8 低八位 |  |
| 数据 9 高八位 | 数据 9 表示 0.1 升空气中直径在 1.0um 以上颗粒物个数 |
| 数据 9 低八位 |  |
| 数据 10 高八位 | 数据 10 表示 0.1 升空气中直径在 2.5um 以上颗粒物个数 |
| 数据 10 低八位 |  |
| 数据 11 高八位 | 数据 11 表示 0.1 升空气中直径在 5.0um 以上颗粒物个数 |
| 数据 11 低八位 |  |
| 数据 12 高八位 | 数据 12 表示 0.1 升空气中直径在 10um 以上颗粒物个数 |
| 数据 12 低八位 |  |
| 数据 13 高八位 | 版本号 |
| 数据 13 低八位 | 错误代码 |
| 数据和校验高八位 | 校验码=起始符 1+起始符 2+……..+数据 13 低八位 |
| 数据和校验低八位 |  |

注：标准颗粒物质量浓度值是指用工业金属颗粒物作为等效颗粒进行密度换算得到的质量浓度值，适用于工业生产车间等环境。大气环境颗粒物质量浓度值以空气中主要污染物为等效颗粒进行密度换算，适用于普通室内外大气环境。

1. **PMS5XXX 被动式传输协议**

默认波特率：9600bps 校验位：无 停止位：1 位

主机通讯协议格式

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 特征字节 1 | 特征字节 2 | 指令字节 | 状态字节1 | 状态字节2 | 校验字节1 | 校验字节2 |
| 0x42 | 0x4d | CMD | DATAH | DATAL | LRCH | LRCL |

1. 指令及特征字节定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CMD | DATAH | DATAL | 说明 |
| 0xe2 | X | X | 被动式读数 |
| 0xe1 | X | 00H-被动式 01H-主动式 | 状态切换 |
| 0xe4 | X | 00H-待机模式 01H-正常模式 | 待机控制 |

2. 指令应答：

0xe2: 应答 32 字节，同主动式传输协议。

3. 校验字生成

从特征字开始所有字节累加和

### 温湿度传感器DHT11

1. **主要参数**
2. 湿度量程：20%RH-95%RH（0℃-50℃下）
3. 湿度测量误差：±5%RH
4. 温度测量范围：0℃-50℃
5. 温度测量误差：±2℃
6. 电气特性

VDD=5V，T = 25 ℃ ，除非特殊标注

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 条件 | min | typ | max | 单位 |
| 供电 | DC | 3 | 5 | 5.5 | V |
| 供电电流 | 测量 | 0.5 |  | 2.5 | mA |
| 平均 | 0.2 |  | 1 |
| 待机 | 100 |  | 150 |
| 采样周期 | 秒 | 1 |  |  | 次 |

注:采样周期间隔不得低于1秒钟。

1. **引脚说明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 说明 |
| 1 | VCC | 电源（3V~5.0V） |
| 2 | GND |  |
| 3 | DO | 串行数据，单总线 |

1. **DTH11单总线协议**

DHT11采用单总线数据格式,一次通讯时间4ms左右,数据分小数部分和整数部分,具体格式在下面说明,当前小数部分用于以后扩展,现读出为零.操作流程如下:

一次完整的数据传输为40bit,高位先出。

数据格式:8bit湿度整数数据+8bit湿度小数数据

+8bi温度整数数据+8bit温度小数数据

+8bit校验和

数据传送正确时校验和数据等于“ 8bit 湿度整数数据 +8bit 湿度小数数据+8bi 温度整数数据 +8bit 温度小数数据 ”所得结果的末8位。

用户MCU发送一次开始信号后,DHT11从低功耗模式转换到高速模式,等待主机开始信号结束后,DHT11发送响应信号,送出40bit的数据,并触发一次信号采集,用户可选择读取部分数据.从模式下,DHT11接收到开始信号触发一次温湿度采集,如果没有接收到主机发送开始信号,DHT11不会主动进行温湿度采集.采集数据后转换到低速模式。

1.通讯过程如下图所示

总线空闲状态为高电平,主机把总线拉低等待DHT11响应,主机把总线拉低必须大于18毫秒,保证DHT11能检测到起始信号。DHT11接收到主机的开始信号后,等待主机开始信号结束,然后发送80us低电平响应信号.主机发送开始信号结束后,延时等待20-40us后, 读取DHT11的响应信号,主机发送开始信号后,可以切换到输入模式,或者输出高电平均可, 总线由上拉电阻拉高。

总线为低电平,说明DHT11发送响应信号,DHT11发送响应信号后,再把总线拉高80us,准备发送数据,每一bit数据都以50us低电平时隙开始,高电平的长短定了数据位是0还是1.格式见下面图示.如果读取响应信号为高电平,则DHT11没有响应,请检查线路是否连接正常.当最后一bit数据传送完毕后，DHT11拉低总线50us,随后总线由上拉电阻拉高进入空闲状态。

数字0信号表示方法如图所示

数字1信号表示方法.如图所示

# 软件架构和开发环境

## MySQL数据库设计

## 监控子站（Android端）

### 开发环境

Android Studio、Eclipse

### 软件架构

## 主监控端（Web端）

### 开发环境

Phpstorm

### 软件架构

管理员（超级管理员有全部权限）

调度维护

区域控制

智能控制

权限控制

Gis显示

管理员列表

角色列表

操作列表

路灯列表

控制策略

区域列表

创建区域

区域开关

故障列表

创建维修单位

维修单位列表

历史维修列表

## 云服务器端

### 开发环境

Linux、Apache、MyEclipse、PHP、Java、Mysql

### 软件架构

### 数据库架构

1. 主从架构图

1. 主从数据同步原理图

MySQL的主从复制是一个异步的复制过程，数据将从一个Mysql数据库异步复制到另一个Mysql数据库，在Master与Slave之间实现整个主从复制的过程是由三个线程参与完成的。其中有两个线程（SQL线程和IO线程）在Slave端，另一个线程（I/O线程）在Master端。

  要实现MySQL的主从复制，首先必须打开Master端的binlog二进制日志（对应my.cnf的log\_bin参数）并且需要给从库的用户提供（ replication slave权限），否则就无法实现。因为整个复制过程实际上就是Slave从aster端获取binlog日志，然后再在Slave上以相同顺序执行获取的binlog日志中的记录的各种SQL操作（slave数据库中需要使用change master的api命令来指定读取的主服务器的二进制日志）。

### 系统架构

1. **系统基本介绍**

在互联网的设计，各种分布式系统相拥而出。如我们经常使用的电商系统（淘宝、天猫）、聊天系统（微信、qq）、大型搜索引擎（百度、google）、导航系统（高德）以及生活中必不可少的支付系统（支付宝）。在所有分布式系统中，无一不是为了应对如今超大用户量的访问、每个系统都一一面对着高并发、高流量、保持长期可靠的运行。

1. **结构说明**

系统分拆：对一个比较庞大的系统，我们需要把他分拆成好几个子系统，各个系统独立开发、测试、部署、运维。

存储分拆：对于mysql数据库，redis内存key-value缓存器，solr企业级搜索引擎，要对数据进行分片，分库,(mysqk分表)进行存储

任务分拆：将一个很长的任务，将任务拆分成几个环节，并行计算。

动静分离：将网站的前端（css、js、图片等）部署到DNS上和动态的页面部署到web服务器上，极大的降低服务器的压力。

限流：类似与秒杀活动或者该系统的大批量控灯处理，短时间内会爆发出巨大的流量，服务器不可能短时间处理的玩，既然一下子无法处理的完，那么就拆分成多批任务轮流就处理。

最终一致性：在分布式系统中，因为服务、数据的分拆。强一致性很难得到保证，这个时候就要用到“强一致性”。一般通过高可通的消息队列的技术去实现。

1. **系统基本架构图**

1. **问题**

自动迁移故障：在某一节点出现故障时（如硬盘损坏、CPU负载过高等）宕机时，分布式系统需要作出对应的故障迁移策略（可以将从服务器升级为 主服务器等）

数据的一直性：在分布式系统中，需要保证多个节点的数据一致性，在书屋需要同时操作到不同节点的数据时，需要合理使用好分布式锁，还需要考 虑各种网络的突然中断，某一节点的磁盘突然损=损坏等问题

故障通知：分布式系统中某一节点突然故障，除了要有自动迁移故障外，还需准确，及时的同时相关的技术人员去检查的维护

## ARM

### 开发环境

Linux、Qt Creator

### 软件架构

## 缓存服务器

### 开发环境

Redis、linux、docker

### Redis缓存服务器的介绍

redis是一个高性能key-value[存储系统](https://baike.baidu.com/item/存储系统)。它支持存储的value类型相对更多，包括string(字符串)、list([链表](https://baike.baidu.com/item/链表))、set(集合)、zset(sorted set --有序集合)和hash（哈希类型）。这些[数据类型](https://baike.baidu.com/item/数据类型)都支持push/pop、add/remove及取交集并集和差集及更丰富的操作，而且这些操作都是原子性的。在此基础上，redis支持各种不同方式的排序。为了保证效率，数据都是缓存在内存中。

### 软件架构

1. redis主从架构

*Redis主从架构图*

## ZigBee

### 开发环境

IAR 8.10.4.40412、ZStack-CC2530-2.5.1a

### 软件架构

1. 终端节点

1. 协调器

# 下一步计划

1. 根据经纬度精确计算出每天的日出日落时间。进而计算出每天的开关灯精确时间。对路灯运行进行合理、可靠的控制，节省照明系统用电量。
2. 通过视频检测路段是否有车/人经过，夜晚可以无人时降低灯灯的亮度，节省能源。
3. 根据实际的天气和环境状况进行智能调节。
4. 多级智能控制，当网络故障时，自动切换为离线策略
5. 对路灯进行生命周期管理，提前预知可能发生的故障，实现前瞻性的维护。
6. 三种供电方式路灯(太阳能、AC、DC)的供电和控制电路的设计
7. UWP应用开发、IOS开发
8. **参考文献**
9. 李晓芬. 基于GPRS/GSM的天津市路灯监控系统开发与评估研究[D].天津大学,2008.
10. 邵利敏. 基于GSM短消息的城市路灯智能监控系统[D].河北农业大学,2005.
11. 盛凯. 基于ZigBee和GPRS技术的智能路灯控制系统研究[D].聊城大学,2015.
12. 戴琪. 基于ZigBee的LED路灯智能控制系统[D].西安电子科技大学,2012.
13. 陈琳. 基于ZigBee的交叉式风光互补路灯监控系统设计[D].宁夏大学,2014.
14. 郭威. 基于ZigBee的无线智能路灯系统研究[D].北京交通大学,2014.
15. 田亚辉. 基于ZigBee的城市路灯无线监控系统研究[D].大连理工大学,2013.
16. 黄沈磊. 基于ZigBee的自组网无线路灯控制系统研究与设计[D].苏州大学,2010.
17. 王胜平. 基于ZigBee网络的路灯监控系统的研究[D].华南理工大学,2010.
18. 雍定昌. 基于传感网络的太阳能路灯智能监控系统的研究[D].南京理工大学,2015.
19. 鸟哥. 鸟哥的Linux私房菜[D].人民邮电,2010
20. 卡尔森. Redis in action[D]人民邮电出版社,2016
21. 唐汉明,翟振兴. 深入浅出MySQL[D]人民邮电出版社,2014
22. 华为Docker实践小组. Docker 进阶与实战[D]机械工业出版社,2016
23. 明日科技. PHP从入门到精通[D]清华大学出版社,2016
24. 凯文R.福尔. TCP/IP详解[D]机械工业出版社,2000
25. Bruce Eckel.. Java编程思想第4版[D]机械工业出版社,2013
26. 结城浩. 图解设计模式[D]人民邮电出版社,2016
27. 弗里曼. HEAD FIRST 设计模式[D]中国电力出版社,2007