

# 全屋智能照明控制系统App设计

马律倩, 金铃子

浙江理工大学信息学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年4月2日; 录用日期: 2022年6月2日; 发布日期: 2022年6月10日

## 摘要

近年来,人们越来越重视家居产品的智能性,希望能够拥有高效的住宅环境的系统,以提升生活的舒适感和幸福感。本文根据智能照明系统的相关背景和需求,并考虑到技术、成本等一系列因素,设计了一款基于安卓平台的全屋智能控制系统移动端。本课题的研究内容主要是基于安卓平台的全屋智能照明的系统设计与开发,实现一个让用户通过手机软件控制室内照明的应用程序。本设计以安卓为开发平台,拟采用便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台NodeMCU的V3版本模块,并连接与LED灯模拟室内照明,用Lua脚本语言编程。短距离通信采用无线技术以及MQTT协议。本文设计开发了一款全屋智能照明系统,使之能通过局域网短距离通讯,从而让用户可以通过手机上的操作实现家电的控制。本设计可以手动添加住宅房间的载体进行设计。别墅的照明系统可以同时通过物理开关和移动端控制,在手机中可以查询电量消耗情况。另外,还可以控制空调、电扇等辅助功能的设备的开关。

## 关键词

安卓, 智能照明, 物联网, MQTT

# Whole-House Intelligent Lighting Control System App Design

Lvqian Ma, Lingzi Jin

Information College, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Received: Apr. 2<sup>nd</sup>, 2022; accepted: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2022; published: Jun. 10<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In recent years, people have paid more and more attention to the intelligence of home products, hoping to have a system with an efficient residential environment to enhance the comfort and happiness of life. According to the relevant background and requirements of the intelligent lighting

system, and considering a series of factors such as technology and cost, this paper designs a mobile terminal of the whole-house intelligent control system based on the Android platform. The research content of this topic is mainly the system design and development of whole-house intelligent lighting based on Android platform, and realizes an application program that allows users to control indoor lighting through mobile phone software. This design uses Android as the development platform, and plans to use the V3 version module of NodeMCU, a convenient, flexible, and easy-to-use open source electronic prototype platform, and connect it with LED lights to simulate indoor lighting, and use Lua scripting language to program. This paper designs and develops a whole-house intelligent lighting system, which enables short-distance communication through local area network, so that users can control home appliances through the operation on the mobile phone. This design can manually add the carrier of the residential room to design. The lighting system of the villa can be controlled through the physical switch and the mobile terminal at the same time, and the power consumption can be checked on the mobile phone. In addition, it can also control the switches of auxiliary functions such as air conditioners and fans.

## Keywords

Android, Smart Lighting, IoT, MQTT

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

本近年来随着科技的迅速发展,智能家居这个概念逐步被大众接受并熟知,并在市场中逐渐占据重要位置。智能家居是以居住建筑为平台将家居生活有关的设施通过相关技术控制,来创造一种居家日常事务管理与高效的住宅环境的系统。它给人们带来了高效、方便的生活方式的同时,也大大提升了人们日常生活的舒适感和幸福感。对于市面上的智能家居来说,大部分注重了技术层面的创新[1][2],而不能很好地从用户的角度出发提升产品的使用感。因此,用户不能很好的根据需求自定义智能家居场景,实现智能家居的个性化需求。同时,区别于WEB端的智能家居[3],移动端的使用更加方便。本文根据相关背景和需求,并考虑到技术、成本等一系列因素,设计了一款基于安卓平台的全屋智能控制系统移动端。

## 2. 国内外现状分析

目前,智能家居系统技术在国外已基本成熟,超过一半数量的新居民住所中已具备一部分智能型家居系统。近几年,包括美国以及部分欧洲国家在内,智能家居系统研发处于国际领先地位[4]。近年来,国内也迎来了智能家居的发展高峰,华为等众多高科技企业也推出了各类全屋智能的解决方案[5]。

如今,在各类国际博览会照明展会或是照明类产品展会中,众多企业发布了智能家具产品,其中智能照明产品占很大一部分的比重,智能灯具出现的频率与往年相比有了极大的提升[6][7],科技含量也明显进步。近年来,很多公共设施,如地铁照明技术[7]等智能照明产品的技术优点开始逐渐被人们意识到。高效节能和便捷安全成为了人们关注的重点。目前,智能照明仅在商务领域和公共设施领域的应用较多,这说明我国智能照明还尚未形成成熟的市场。随着我国智能照明领域研发产品的大力推广和相关技术的逐步发展,在不久的将来,智能照明应用有望得以普及。

我国倡导半导体照明开发中的创新,举个例子来说,LED封装技术的开发不仅极大提升了照明设备

的发光效率, 并且促进了节能减排[8] [9]。二次光学技术、防静电技术等一系列创新技术的应用到了产品中, 例如汽车车灯、矿灯等半导体照明产品, 数量超过一百四十多种。半导体照明应用前景在液晶显示屏上展现了良好的发展趋势。具体来说, 通过 LED 灯管的使用, 显示器的图像更加清晰, 也符合节能减排的理念。另外, 在汽车行业, LED 汽车灯也具有有良好的应用前景。相比于传统灯具, LED 汽车灯亮度更高, 所以提高了车辆行驶的安全性, 减少了事故发生。现在, LED 已经发展为普通日常照明, 人们对 LED 的使用习以为常。

在展开绿色照明工程的同时, 加入智能照明系统显得尤为重要, 这可以为住所营建更良好的照明环境。随着智能家居理念的逐步推广, 智能照明系统是最先收到人们关注的领域。我国绿色照明工程逐渐兴起, 通过开发高效照明产品, 能够使节能效率大大提升。

基于物联网的智能家居系统已经在我国很多高档小区安装启动, 在不远的将来, 智能家居系统的应用将越来越普遍, 深入人心。作为智能家居的一部分, 智能照明系统的前景也不容忽视。从竞争日益激烈的灯具类市场我们就可以看出, 智能照明的概念深入人心, 需求也在不断加大。

### 3. 系统需求分析

#### 3.1. 功能需求分析

本设计的核心目的在于让用户通过手机移动端的操作实现对家电设备的控制。系统设计需包含注册登录界面、管理和创建用户的房间, 开关房间的灯以及定时等功能。具体功能描述见表 1。

Table 1. Specific function description

表 1. 具体功能描述

功能	分析	界面
登录功能	用户可在移动端上注册并登录, 登录密码密文显示, 并且有记住密码功能, 进入后设置自己想要的头像	登录注册后进入我的(包括我的房子、创建房间、意见反馈、已定时、退出登录)
控制功能	创建房间时可根据需求调节房间数量, 进入平面图后可根据户型调节房间大小和位置以匹配真实空间, 进入房间后, 可控制 LED 灯的开关和定时	进入房间界面后, 可控制 LED 的开关以及定时功能
监控功能	监控室内温度湿度空气质量等因素, 通过传感器传入手机端显示监测实时的电量	显示室内的温度、湿度、空气质量等数据 显示电量统计柱形图和折线图

#### 3.2. 技术需求分析

##### 3.2.1. NodeMCU 模块

NodeMCU 是一个开源的可以运行脚本的微控制器物联网平台, 它使用 Lua 脚本语言编程, 直接支持 Wi-Fi 链接和 GPIO, 是最稳定好用的开发板之一。同时, 此开发板造价低廉并且带有 WIFI (ESP8266) 模块, 是开发人员选择物联网模块时一个不错的选择。NodeMCU 的二次封装包括软件和硬件固件两个部分。在 ESP8266 的基础上, NodeMCU 在硬件部分增加了一些外围的 USB 串口电路。NodeMCU 在软件部分引入了 Lua 这个轻量化的脚本语言。Lua 可以用 C 语言编写, 它的优点是占用内存很小, 因为编译后解释器所占空间小。因此, Lua 适用于内存有很大局限性的嵌入式系统。另外, NodeMCU 还提供交互命令行环境, 相比于 Arduino 的开发时的编程调试环境, 方便了开发人员进行相关开发。

##### 3.2.2. Wi-Fi 通信模块

智能照明设备以及其他家电设备通过 Wi-Fi 的方式介入短距离通信局域网。当用户处于居住场所附近时, 可打开手机热点并连接移动数据打开 AP 频段的 2.4 GHz 频段。物联网是一种在传统互联网基础上

发展延续出来的概念。用户端从传统的计算机变成了到了任意物品相互之间, 这些物品通过各种数据传感器采集信息, 然后再由计算机等设备进行网络信息交换与通讯。为了使网络环境得到保障和可靠性提升, IBM 在经过一系列的研究探讨后提出了 MQTT 协议。

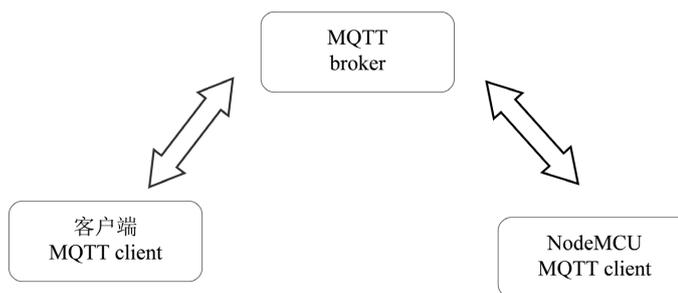
MQTT 是一种针对客户端与服务器间发布订阅消息的传输协议, 在低带宽和不稳定的网络环境下, 仍可以为物联网设备提供可靠的网络传输服务。它的通信开销很小, 最小的消息大小短至两字节。并且 MQTT 协议支持各种常用编程语言并且简单的客户端。MQTT 可提供三种不同消息传递等级, 从而根据需求选择不同的传递方式, 以适应在不稳定情况下网络的传输需求。相比较于 HTTP 和 MQ 协议, MQTT 有一点不同的特点和优势如表 2 所示。

**Table 2.** Comparison of the characteristics of MQTT, MQ and HTTP protocols

**表 2.** MQTT、MQ、HTTP 协议特点比较

协议标准	开销	安全性	功耗	推送通信	防火墙容错	抗不稳定网络	大量平台
MQTT	低	高	低	是	是	是	是
MQ	高	高	高	是	否	是	否
HTTP	高	高	高	是	是	否	是

从表 2 中, 我们可以看出, 相对比常见的其他协议, 例如 HTTP 协议和 MQ 协议, MQTT 应用于物联网的短距离传输具有较大优势。首先, MQTT 协议开销低, 两个字节便可以搞定每消息标题, 且和 MQ 一样使用永久连接, 而 HTTP 则需要为每个新请求消息重新建立连接, 这往往会大幅提升协议的开销。MQTT 和 MQ 能够从断开等故障中恢复, 无需进一步的代码。但是, HTTP 无法自动实现故障恢复, 需要客户端重新尝试编码。与此同时, MQTT 还具有低功耗、可推送通知、简单可靠等优点。MQTT 协议流程示意图如图 1。



**Figure 1.** MQTT protocol flow chart

**图 1.** MQTT 协议流程图

设计本系统需要掌握安卓平台的开发, 拟采用 Android studio 进行开发, 使用的语言为 Java 语言。在硬件方面采用 NodeMCU 的 V3 版本模块与 LED 灯连接。短距离通信采用了无线技术以及 MQTT 协议。相比较于其他协议, 例如基于 TCP/IP 之上的 HTTP 协议, MQTT 协议具有低功耗、开放、简单、轻量级以及易于实现的特点, 在资源受限的环境中也能得到很好的使用, 更适合用于物联网领域的通信, 在降低功耗和推送功能开发上具有非常明显的优势。本设计主要目标是完成一个智能照明系统的安卓客户端, 让用户可以通过手机上的操作实现家电的控制。本设计可以手动添加住宅房间的载体进行设计。别墅的照明系统可以同时通过物理开关和手机端控制, 在手机的应用程序中可以查询当前的灯光设备的开关情况和电量消耗情况。另外, 还可以控制空调、电扇等辅助功能的设备的开关以及定时功能。

### 3.2.3. 系统数据库模块设计

本设计采用的数据库是 Bmob 第三方服务平台。Bmob 是一个可提供实时数据与文件存储功能的快速开发后端的平台。数据存储不仅包括常规应用文本信息的存储, 还包括了视频、音频、地理位置和图片等信息。此外数据服务有一些内置的用户系统, 还有即时通讯和权限控制等等, 方便开发人员实现快速集成。通过获取应用密钥和下载 SDK 并导入。

创建成功后, 数据库界面如图 2 所示。



Figure 2. Bmob database  
图 2. Bmob 数据库

User 表是用户注册后信息存储的表格, 需要记录并保存用户的用户名、密码、ID 等数据。其中, 密码采用密文在数据库中显示。显示具体数据字段信息见表 3。

Table 3. User table  
表 3. User 表

字段名	类型	描述
OBJECTID	string	用户 ID
USERNAME	string	用户名称
PASSWORD	string	用户密码

RoomType 表是用户在根据所需创建房间后, 数据库记录储存信息并保存, 主要信息有各个房间的类型以及其数量、创建房间的时间等等, 具体内容见表 4。

Table 4. RoomType table  
表 4. RoomType 表

字段名	类型	描述
OBJECTID	string	房子 ID
WEISHENGJIANCOUNT	Number	卫生间数量
KETINGCOUNT	Number	客厅数量
OTHERCOUNT	Number	其他类型房间数量
CHUFANGCOUNT	Number	厨房数量
FANGJIANCOUNT	Number	房间数量
IMAGURL	String	房间图片 URL

## Continued

HOUSENAME	String	房子名称
CREATEDAT	Date	房间的创建时间
UPDATEDAT	Date	房间布局更新时间

用户在使用手机移动端的时候可能会发现一些开发人员忽视的问题，所以增加意见反馈渠道非常重要。因此，我们设计了 Feedback 表来记录这些信息，从而供开发人员参考，具体内容见表 5。

Table 5. Feedback table

表 5. Feedback 表

字段名	类型	描述
OBJECTID	string	用户 ID
CONTENT	String	意见反馈内容
CREATEDAT	Date	意见反馈时间

## 4. 系统功能模块详细设计与实现

### 4.1. 安卓移动端的设计与实现

本章中的图片为真实程序截图。

#### 4.1.1. 登陆界面设计与实现

由于用户的隐私需求，我们首先设计了登陆界面。在此，我们采用的是单点登录。点击进入 App 后，首先可以看到一个登录界面，如图 3，是一个相对布局的界面。同时还有注册新用户和记住密码的功能。输入相应的用户名密码后，我们可以进入到我的界面，如图 4，左上角是一个可以设置的个性化头像，在相册里选择自己想要的图片点击完成，下方会出现一个绿色的提示框显示“更新头像成功”。



Figure 3. Login page

图 3. 登录页面



Figure 4. Mine page  
图 4. 我的页面

#### 4.1.2. 控制界面设计与实现

从我的界面中点击“创建房间”可进入如图界面，用户可根据喜好选择房间的名称和封面图片，并根据需求修改房间数量和类型。然后可进入如图界面。房间的大小和位置可根据实际需求拖拽并保存。程序中使用了 Canvas 画布和 Drawable 绘制组件帮助用户自定义界面。用户根据自己的户型图或者房间大小来设计平面图。在使用过程中，用户不需要通过记忆区分智能家居系统的位置和编号，只需要点击相应的房间进入控制界面进行操作。如图 5、图 6 所示。

创建好之后，我们可以在首页看到自己的房子名称和及其对应图片。同时采用了网格式的布局方法，一目了然的布局使用户方便管理自己的住宅。点击我们需要控制的房子和所在的具体房间，便可以看见电器设备的操作以及定时功能了。点击相应按钮时，若满足相应的网络条件，且指令接受成功，通过 mqtt 协议，系统会有返回一个消息并显示在屏幕上，用户可以看见“发送命令成功”和相对应的灯及其他电器的开关操作了。如图 7、图 8 所示。



Figure 5. Create room page  
图 5. 创建房间页面



Figure 6. Room layout page  
图 6. 房间布局页面



Figure 7. Front page  
图 7. 首页



Figure 8. Control page  
图 8. 控制页面

### 4.1.3. 监控界面设计

对于单一的开关操作, 虽然方便了用户不需要控制实体开关, 但仍有一些不足。因此, 我们加入了监控界面的功能。在房间中我们可以看见电量统计按钮和显示按钮。为了保证用户的体验, 本系统为房间各项数据预留了显示页面, 在装上相应的传感器后, 可实现这一拓展功能, 操作过程与 3.2 小节类似, 这里不进行详细说明。程序界面如图 9、图 10 所示。



Figure 9. Create room page  
图 9. 创建房间页面

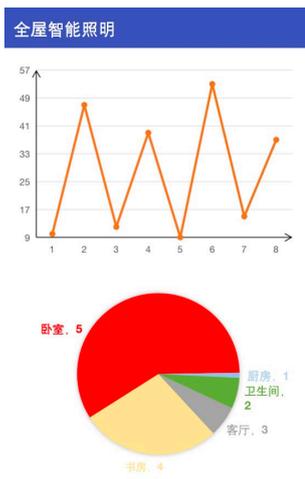


Figure 10. Create room page  
图 10. 创建房间页面

## 4.2. NodeMCU 模块的设计

本设计采用的 NodeMCU 为 ESP8266MOD 的 V3 版本, 引脚电路图如图 11。

为了模拟全屋智能照明, 本设计在模块的基础上增加了两个 LED 灯的连接, 连接方式为:

引脚 D0~3V: L1

引脚 D1~3V: L2

本设计所用模块的实物图如图 12。

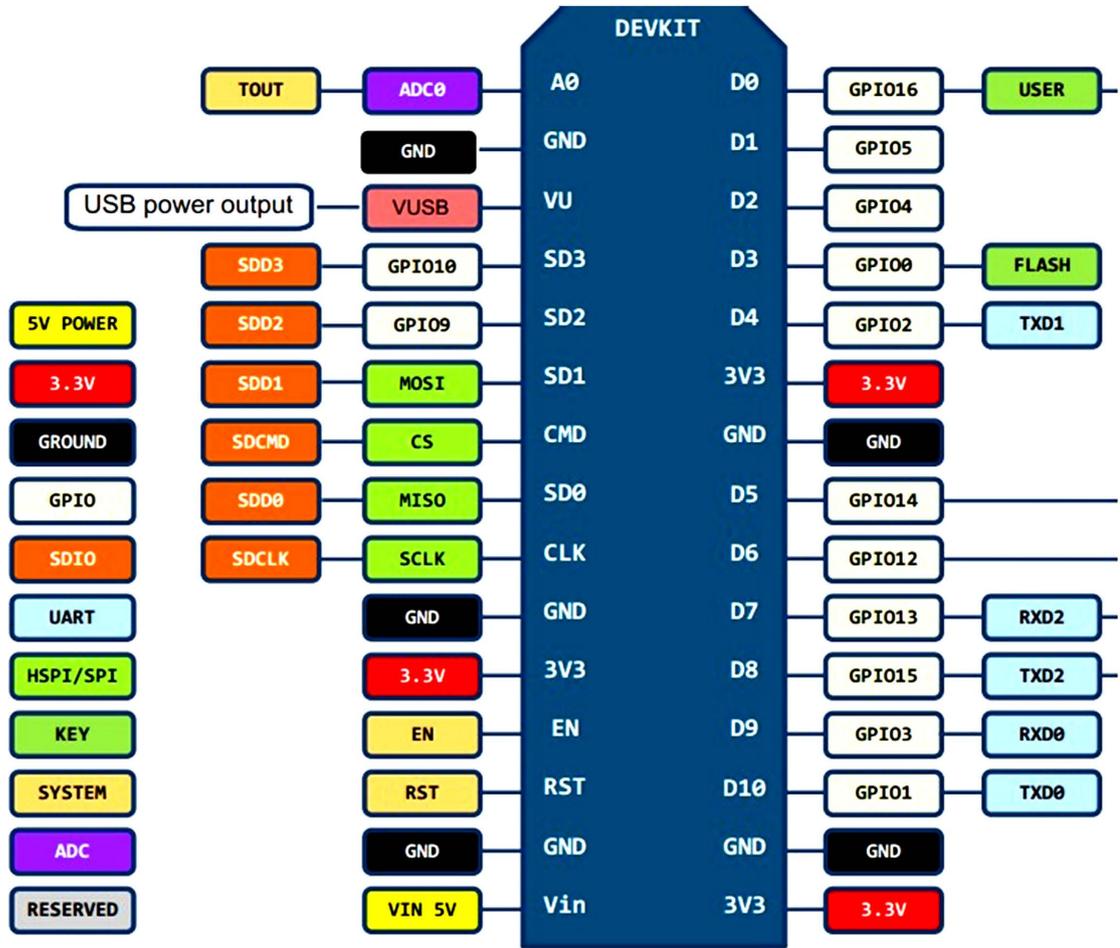


Figure 11. NodeMCU pin diagram  
图 11. NodeMCU 引脚图



Figure 12. Physical picture  
图 12. 实物图

硬件连接好以后, 采用 NODEMCU FIRMWARE PROGRAMMER 烧录软件, 设置固件目录以及 ESP8266FLASH 信息, 如图 13 和图 14。



Figure 13. Burning process 1

图 13. 烧录过程 1



Figure 14. Burning process 2

图 14. 烧录过程 2

然后选择串口进行烧录。烧录完成后，用 ESPlorer 上传写好的 lua 文件，如图 15。

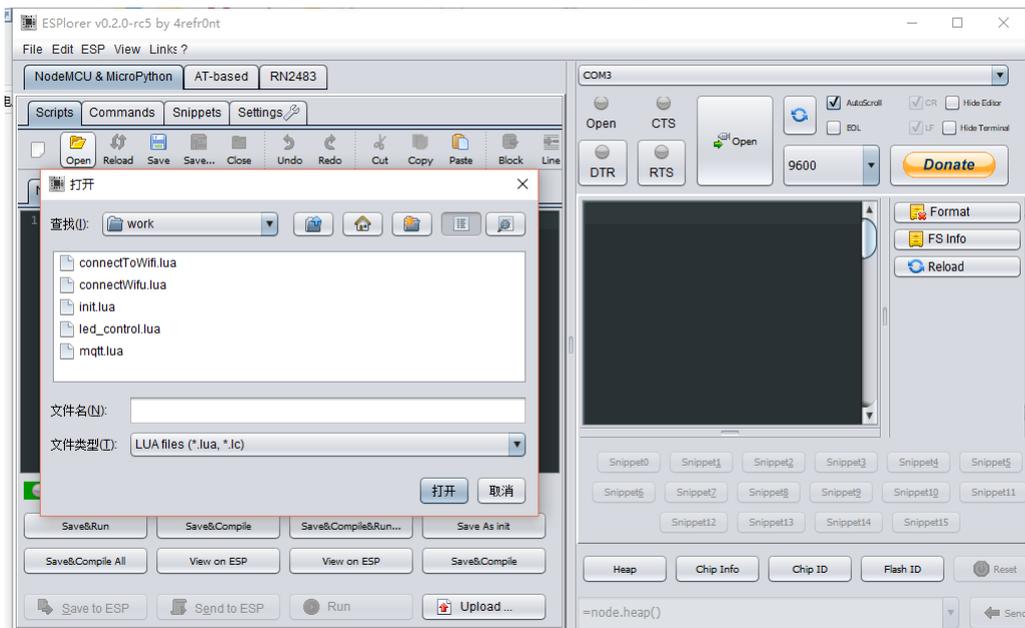


Figure 15. ESPlorer upload file

图 15. ESPlorer 上传文件

采用 mqtt 协议, 订阅消息接受处理信息, 主要 Lua 核心伪代码如表 6 所示。

**Table 6.** Lua Pseudo-Code  
**表 6.** Lua 核心伪代码

```

CODE
function handle_mqtt_error() --定义 mqtt 错误处理函数
print 错误代码
function do_mqtt_connect(client) --定义连接 mqtt 处理函数
--推送消息
--订阅成功消息
End

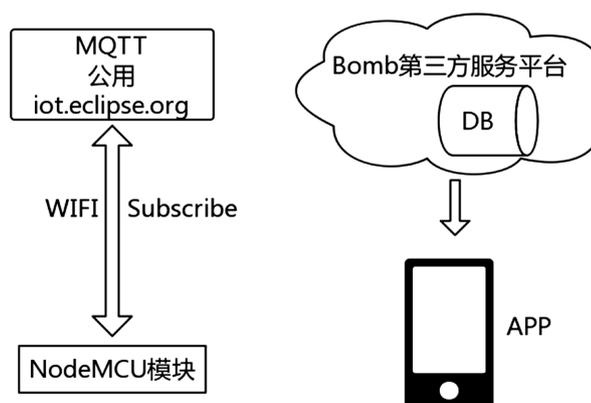
--连接服务器(网址, 端口号, mqtt 错误处理函数, 连接 mqtt 处理函数)

function do_mqtt_message(client,topic,data)--定义订阅消息接受处理函数
if data ~= nil then
if data ~= '1' then
--GPIO 管脚写入高电平
else
--GPIO 管脚写入低电平
end
end
end
end

```

## 5. 总结

本设计系统工作流程图总结如下, 见图 16。



**Figure 16.** System work flow chart  
**图 16.** 系统工作流程图

总体来说, 智能家居在市场中的需求量日益增加。近年来, 人们也更倾向于在装修前就考虑到智能家居的设计布置方面。它给人们带来了高效、方便的生活方式的同时, 也大大提升了人们日常生活的舒

适感和幸福感。智能家居在一定程度上提高了居民们的日常生活质量, 促进了社会发展。本设计以智能照明系统为核心, 运用局域网无线传输技术, 创建一个简单实用、节能便捷的智能家居系统。工作总结如下:

1) 针对私人家庭的家用智能照明设备控制设计全屋智能照明控制系统, 在最基本的照明灯具控制的基础上增加了电扇和空调等家电的基本控制。详细设计界面以及功能, 分析相关技术要求, 通过局域网 Wi-Fi 实现物联网从而控制设备。

2) 利用 android studio 编写安卓平台手机移动端, 实现简单易操作, 便捷高效的智能照明控制系统, 并保证系统的可靠性和合理性。

3) 软件与硬件 NodeMCU 模块和 LED 灯连接测试, 分析相关传输协议后根据需求选择 MQTT 协议实现局域网短距离通讯, 测试结果表明可以进行交互操作, 实现控制并收集数据。

4) 运行程序并测试各项功能, 让用户可以通过手机上的操作实现家电的控制。例如登录注册是否成功, 是否能够按照设计创建房间并生成平面图, LED 灯是否能被控制等等。测试结果表明程序基本功能已实现。

## 参考文献

- [1] 苏雨晴, 周银锋, 王子驰, 等. 基于虚拟仪器的新型微电网运行智能控制系统设计[J]. 电子设计工程, 2022, 30(5): 154-158.
- [2] 廖浩博, 吴敏, 梁紫锋. 基于可见光通讯的智能控制系统: CN213069529U [P]. 2021.
- [3] 祝则祿. 基于嵌入式 WEB 的智能家居系统设计研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(10): 782-783.
- [4] Stojkoska, B.L.R. and Trivodaliev, K.V. (2017) A Review of Internet of Things for Smart Home: Challenges and Solutions. *Journal of Cleaner Production*, **140**, 1454-1464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.006>
- [5] 吴芳. 华为全屋智能系统及产品发布一机两网引领行业变革[J]. 计算机与网络, 2021, 47(9): 2.
- [6] 吕娟. 智能控制技术在城市照明中的应用分析[J]. 山西建筑, 2018, 44(7): 202-203.
- [7] 王业篷. 浅谈智能照明技术在地铁照明设计中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(6): 121-122.
- [8] 马景祥, 师文庆. 基于 Android 系统的远程多人监控智能家居系统[J]. 机电工程技术, 2017, 46(10): 17-19+105.
- [9] Alaa, M., Zaidan, A.A., Zaidan, B.B., et al. (2017) A Review of Smart Home Applications Based on Internet of Things. *Journal of Network & Computer Applications*, **97**, 48-65. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.08.017>