1.绪论

1.1选题背景和意义

1.1.1选题背景

近年来，由于国内外环境发生了很大变化以及我国农业经济的飞快发展，中央政府对“十二五”期间农业经济的发展做了更加高的要求。随着产业结构的不断调整以及城市规模的扩大和人口的不断增加，必然会促进农产品产量需求的急剧增长，这对农产品质量的安全提出了更加高的要求。所以要加快转换农业发展方式，加速农业现代化的步伐。

对于传统的农业监测，都是需要人工去察看农田信息。在此过程中所获的信息基本上都是靠农户以往的经验来确定农作物的实际情况，这种方法一是费时费力，需要人工去农田查看信息，占用农户完成其他农活的时间；二是得到的信息不够准确，只能根据以往的经验进行大概估测农田的情况。所以通过物联网来远程进行农业监测与控制就显得很重要，它很好的解决了费时费力以及获得信息不准确的问题，它对于农作物质量的保证起到了十分关键的作用。

1.1.2选题意义

利用现代化技术改造和装备传统农业对农业达到现代化水平起着重要作用。物联网技术是当代信息技术的新生力量，是推动农业现代化的重要切入点。本设计将传统的农业监测方式进行了改变，运用了基于STM32单片机与物联网远程通信的方式，可对目标监测农田发挥精确感知、速度反馈、远程控制、提升决策水平的作用。对于实现农业监测与控制、提高农户收入具有不可或缺的重要意义。

1.2农业物联网的国内外研究现状

1.2.1农业物联网的国外研究现状

近些年来，许多发达国家在农业生产领域进行了一系列物联网技术的研究，取得了许多优秀成果，完成了物联网技术与农业生产、流通等领域的关联实践，促进了物联网以及其附属产业的发展。例如，许多美国农场主利用当下的物联网技术，用于预防和控制自然灾害和害虫，并取得了良好的效果。在以色列，气候炎热，土地资源稀缺，但其发达的物联网农业技术提高了生产效率。其中，完整的农业服务体系和先进的农业技术是以色列在物联网农业发展方面的无与伦比的优势。

1.2.2农业物联网的国内研究现状

在国内，中国大部分的农村地区仍然使用比较原始的体力劳动从事农业工作，生产方式十分落后，生产效率也很低。人们在农业生产当中获得有关农作物目前生长环境信息有限，主要获取的方法是利用人力活动。虽然近年来，我们国家通过在农业上运用物联网技术取得了相当不错的成果，但是与国外相比各方面还相对比较落后，总体还处于比较低的水平。虽然已经有能够完全实现农业监测的产品被研发成功，例如我国研制的地面监测台与遥感技术相结合的监测系统等，但其应用范围、控制精度较国际的先进水平还是有一定的差距。实现物联网农业系统在农业领域的大范围应用仍还需要继续努力。

1.3设计研究内容

根据当前我国农业自动化的程度和现实需求，本设计能够使农业监测控制水平实现高度的自动控制。即通过使用温湿度及光强传感器将数据反馈给STM32，STM32通过无线通信模块与云端进行通信，云端将数据下发到APP，进而实现检测控制的目的。本设计主要的研究内容如下：

（1）系统概念层次设计：进行功能分析，对检测控制系统的构成、预计要实现的功能进行简单的规划设计。

（2）光强及温湿度传感器的选择：对各种适合测量光强及温度和湿度传感器进行分析，最终选择各方面相对性能较好的DHT11和GY-30传感器。

（3）硬件方面设计：对系统主控制器的选择、元件的选择、在Altium Designer当中对其硬件电路进行设计。

（4）软件方面设计：利用Keil uVision5作为开发环境对系统设备端程序进行编写，利用Android Studio作为开发环境编写APP端软件程序。

（5）检测与调试：在条件允许的范围内对本系统进行调试与检测，对其传输的数据准确值进行评估，分析误差的来源，寻找能够优化测量数据的方案。

2.总体设计

2.1研究方法及技术路线

2.1.1研究方法

（1）经验总结法：通过对农业监测控制系统中的实际问题进行分析与总结进而使之能够系统化。

（2）文献资料法：采用文献资料法分析农业监测控制系统的研究背景及意义、国内外应用研究现状。

（3）归纳总结法：使用归纳总结法对监测控制内容总结归纳，并及时改进设计的不足。

2.1.2技术路线

本设计的技术路线如图2-1所示，通过技术路线图可以看出，通过前期的调研分析，确定了设计的总体方案，进而分析计算确定各类参数，最后确定了可执行的操作运行方案。

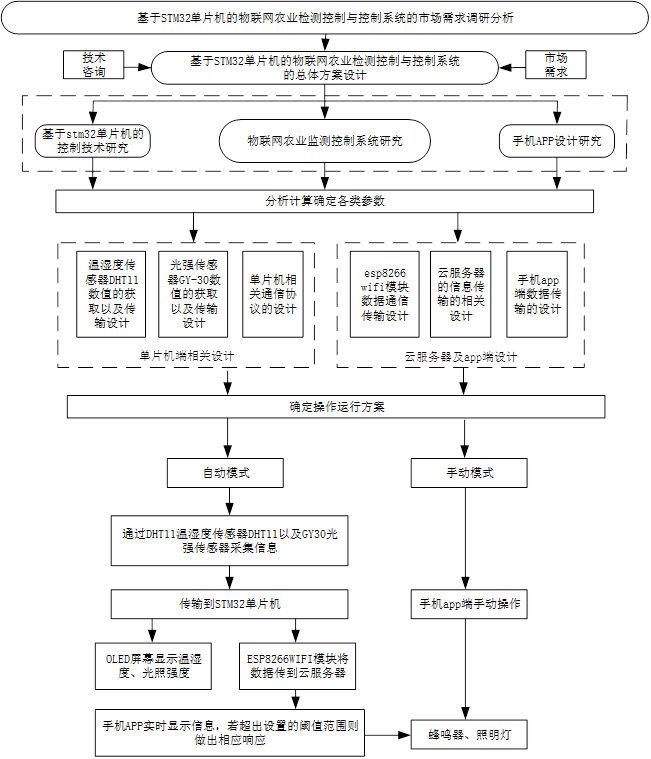


图2-1 技术路线图

2.2系统的组成

本设计主要由以下几个部分组成：数据采集端、单片机检测平台、显示部分、ESP8266数据传输部分、云平台以及手机APP实时显示控制部分。具体如图2-2所示。



图2-2 系统装置框架图

3.系统硬件的设计

本文设计的农业检测控制系统，将准确的采集农作物周围的环境信息作为主要目标，为科学研究方面提供一些参考，进而实现农业的精准操作。其硬件总体框图如图3-1所示。



图3-1 系统硬件总体框图

3.1单片机

3.1.1单片机选型

将运算器、存储器、控制器和各种I/O接口等集成在一块芯片上,就能得到一个微型计算机,其在功能和组成上已经具备了计算机系统的特点,因此被称为单片微型计算机简称单片机。当前常用的有PIC、51、STC、AVR、Freescale、MSP430、STM32单片机被广泛使用。其比较信息见表3-1。

表3-1 主流单片机信息比较

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代表产品 | 特点 | 应用范围 |
| PIC | PIC16F873 | 低工作电压、低功耗 | 工业场合应用 |
| 51 | 8051、80C51 | 操作简单、价格低 | 性能要求不高场合 |
| STC | STC12C2052AD | 高速、超强抗干扰 | 性能要求不高场合 |
| AVR | ATUC64L3U | 高性能、高速度 | 医疗设备、GPS等 |
| Freescale | MC9S12G系列 | 低成本，高性能 | 主要应用汽车领域 |
| MSP430 | MSP430F系列 | 低功耗、速度快 | 低功耗工业场合应用多 |
| STM32 | STM32F1系列 | 低功耗、高性能、低成本、高性价比 | 较其他单片机而言，应用极广泛 |

从表3-1不难看出，七款主流的单片机不管是性能还是应用领域都有所或多或少的差异，但是STM32系列微控制器，具有很高的性价比和丰富的信息可以参考，大大节省了开发成本。因此选择STM32系列单片机。

3.1.2STM32F103C8T6芯片简介

本次设计中选用的是STM32F103C8T6作为系统主控芯片，其引脚分布如图3-2所示。STM32F103C8T6作为一款32位的单片机其内核是ARM Cortex-M3，其程序内存容量为64KB，故可以充分满足本设计的所有需求。具体的硬件设计图见附录A。

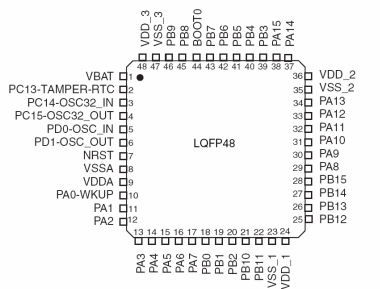


图3-2 STM32F103C8T6引脚分布

3.2温度传感器

3.2.1DHT11温湿度传感器简介

DHT11作为复合的传感器能够将标定的数字信号进行输出，其稳定性和可靠性是非常高的，测量湿度范围为20％～90％，测量温度范围为0～50℃。

其包括一个测温元件和电阻式感湿元件，同时与一个具有高性能的MCU连接。内部结构图如图3-3所示。其中NTC元件用于采集温度信息，另一个元件用于采集湿度信息。DHT11具有一块可编程的存储器OTP，用于存储校准后的系数。经过测温和感湿元件检测后，与OTP内含有校准系数比较，得到准确的检测值。



图3-3 DHT11内部结构图和引脚说明

3.2.2DHT11温湿度传感器硬件电路设计

如图3-4所示，DHT11外接3.3V电源，通过PB9引脚在4.7k上拉电阻的作用下与单片机相连。



图3-4 DHT11硬件连接图

3.3光强传感器

3.3.1光强传感器简介

GY-30内部采用的芯片是BH1750FVI，其芯片的通信方式是两线IIC总线通信，一条对数据传输处理，另一条用于对模块的时钟控制，通过脉冲和时钟变化决定数据的接收和应答。利用其高分辨率能够探测光强度在1到65535lx范围之间，由于其检测范围较大，故可以满足本次设计的需要，其内部结构图如图3-5所示。



图3-5 GY-30内部结构图和引脚说明

3.3.2光强传感器硬件电路设计

如图3-6所示，该传感器的外接3.3V电源，通过PB10和PB11管脚在10k上拉电阻的作用下与单片机相连。



图3-6 GY-30硬件连接图

3.4无线通信模块

3.4.1无线通信模块选型

根据本次设计的要求，选择的通信模块必须具有以下两个基本功能：一个是实现接收STM32通过串口发送的数据，一个是实现通过路由器发送接收的数据到云平台，综合考虑以后选择的是当前比较流行的高性能UART-WIFI模块—ESP8266模块。

ESP8266模块不仅是一个独立的模块，而且具有完善的WIFI网络处理方案，可以独立运行，也能作为从机运行。ESP8266模块采用MCU和串口通信，并有内置的协议能够支持串口和WIFI之间进行转换。

除此之外，ESP8266模块价格便宜、集合程度高而且应用非常广泛，而且ESP8266有丰富的资料，可以加快研发周期，降低研发费用。

3.4.2ESP8266硬件电路设计

如图3-7所示，ESP8266模块的TXD和RXD引脚分别和单片机的PA10和PA9引脚相连接。



图3-7 ESP8266硬件连接图

3.5显示屏

3.5.1显示屏选型

目前比较常见的三种显示屏分别是液晶屏LCD、OLED显示屏以及点阵屏LED，各自特点如下：

（1）LCD液晶屏，由于像素高、亮度好、对比度高，且功耗低等特点，被广泛的使用到现在的电子设备中。

（2）LED显示器是平板显示器，用于显示图像、文本、视频等各种信息。LED灯体积较大，因此设计的显示屏也很大。

（3）OLED屏反应快，不需背光源、具备自发光、较大温度使用范围等特性，被称作为下一代显示屏的主流技术。

综上可以看出，OLED显示屏各项性能更为突出，故选择OLED显示屏。

3.5.2OLED硬件电路设计

如图3-8所示，OLED具有四个引脚，分别是GND、VCC、SDA、SCL，且GCC需要接地，VCC接电源（3-5V），SCL接STM32单片机的PB6引脚，SDA接STM32单片机的PB7引脚。



图3-8 OLED硬件电路

3.6继电器

为了实现对本设计中控制蜂鸣器和灯开关的目的，故在设备端加入两个一路继电器设备。继电器能够实现电路开与关以及安全防护等作用。其利用了电磁感应原理，通过通电给小电流回路，使内部带铁芯的导线圈能够产生磁场，进而磁场能够吸附继电器开关触点，实现对大电流回路控制，具体电路连接方法如下。

以控制灯为例，将继电器的DC+与5V直流电源的正极相连，COM接地，IN与STM32的PA2引脚相连，将继电器的输出端NC与灯的负极相连，灯另一端接电源。由于本设计采用的是接常闭端的接法，且NO端为继电器的常开端口，故悬空处理。当单片机输入高电平时，继电器NC端与COM口短接，灯亮。继电器控制电路图如图3-9所示。



图3-9 继电器控制电路

4.系统软件的设计

为了配合系统硬件电路的工作，本系统还需设计出相关的软件部分，程序见附录B。软件设计分为GY-30光强的采集、DHT11温湿度的采集、OLED液晶显示、ESP8266模块的通信、单片机控制系统。

本系统软件运行流程图如图4-1所示，首先进行系统的初始化等操作，然后光强传感器及温湿度传感器开始进行采集信息。采集到的信息会发送给单片机，其接收到数据后分别将数据发送给OLED和ESP8266。而ESP8266连接路由器后进一步发送数据到云平台，云平台会将数据传输至远程控制端，控制端将收到的内容进行分析比较，超出阈值则设备端进行报警。



图4-1 软件运行流程图

4.1系统软件开发环境

4.1.1STM32单片机开发环境

本检测控制系统中各传感器的开发工具使用的是KEIL软件。Keil uVision5开发软件是目前STM32系列单片机开发的主流工具。该软件能够实现C语言的下载、仿真调试和编译等一系列的开发功能，是开发STM32系列单片机最实用的开发工具。

4.1.2APP开发环境

系统控制端的开发环境使用的是Android Studio，是一款非常综合的JAVA编程软件,被许多行业专家称为目前最好的开发环境之一,尤其在自动代码提示、代码智能助手、重构等功能是非常便利的。

4.2云平台的应用

云平台作为本文设计的物联网农业检测控制系统的重要枢纽，发挥了信息传输的作用，是本设计系统信息传输的关键点。由于自主完全设计云平台开发周期长、难度大，因此本设计选择了机智云云平台进行本系统的配置开发。

4.2.1机智云平台简介

机智云作为一个云平台，不仅能够为使用者们提供十分便利的云服务，而且还能够在很大程度上减少物联网开发存在的一些技术门槛，进而降低研发费用。其主要包括云端、设备端和SDK三部分，如图4-2所示。



图4-2 机智云平台的基本构造

4.2.2设备接入云平台开发

物联网农业检测控制系统设备端与手机控制端通信的前提是能够接入到云平台，本文使用了ESP8266模块接入到云平台的方案，使用机智云平台提供的通信固件。同时只有将机智云的固件刷入到WIFI模块中，设备才能够正常接入机智云平台。使用机智云固件将农业检测控制与控制系统接入到机智云平台并与手机控制端建立通信，步骤如下：

（1）设备上电。

（2）配置农业检测控制系统入网。

（3）APP绑定农业检测控制与控制系统。

在设备配网完成后，APP端不管是在广域网，还是与设备在同一个局域网但是无法连接网络时，都可以通过云端来控制设备。

4.3主要功能模块程序设计

4.3.1温湿度传感器模块程序

DHT11传感器在本农业检测控制与控制系统设计中起到采集温湿度信息的作用，采用的是单总线数据格式，传输时序如图4-3所示。



图4-3 DHT11数据时序图

MCU发送起始信号时，MCU至少需要拉低18ms，之后拉高等待读DHT11发送的响应信号，若读取到总线上变为低电平，则DHT11开始传响应信号，发送完毕后，拉高总线。其中部分代码示例如图4-4所示，完整代码见附录B。

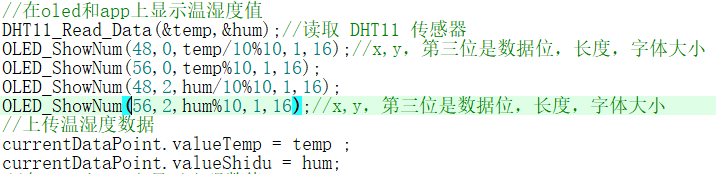
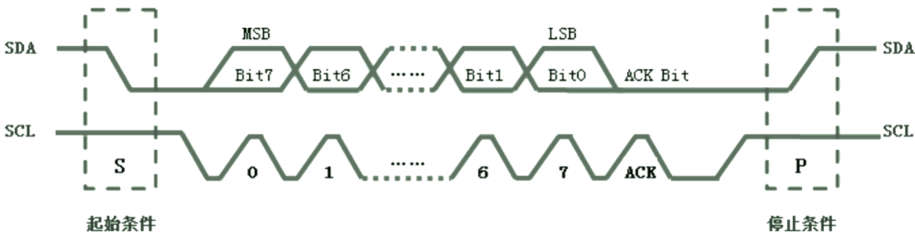


图4-4 DHT11代码示例

4.3.2光强传感器模块程序

GY-30光强传感器在本农业检测控制与控制系统设计中起到采集周围光照强度的作用，与STM32单片机之间以标准IIC总线协议进行连接通讯。如图4-5为GY-30的IIC时序图。

图4-5 GY-30的IIC时序图

当发起始信号时，数据传输开始，时钟线SCL上每发一个脉冲，都会在SDA上传一位数据，其数据从高往低传输。在SCL处于高电平的期间，SDA传输数据有效。通常在SCL时钟线变低时，SDA会进行电平切换。字节传送完成后，后面会有应答位，当不需要数据继续传输时，这时主机便产生终止信号。根据其工作原理便可以写出控制GY-30的程序，其中部分代码示例如图4-6所示，完整代码见附录B。

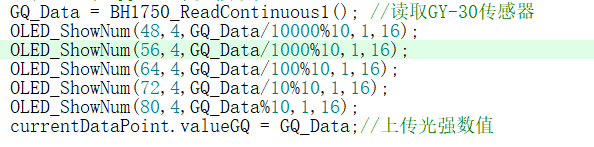


图4-6 GY-30代码示例

4.3.3OLED显示屏模块程序

OLED显示屏和GY-30传感器都是用的IIC通信协议，其具体通信原理就不在赘述。OLED模块的控制器是SSD1306，驱动OLED显示器件,要使OLED可以正常使用，可以根据下面这三步执行：先初始化OLED的相关IO引脚，然后将模块进行初始化，在向SSD1306写值，将内容在OLED屏幕上显示。其工作流程如图4-7所示。



图4-7 OLED工作流程图

此外，因为OLED不能自动识别出的汉字，所以还需要借助取模软件取模，取出的字模可以在OLED显示屏上正常显示。其中部分代码示例如图4-8所示。

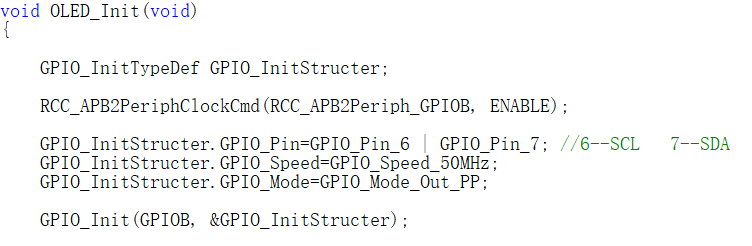


图4-8 OLED代码示例

4.3.4WIFI通信模块程序

ESP8266 WIFI模块可以完成用户的串口数据与无线通信网络之间的交换。因此如果只是想驱动WIFI模块工作，只需要完成对串口的初始化即可。串口通信初始化的步骤如下：

（1）对GPIO、串口进行使能；

（2）对串口进行复位操作；

（3）对GPIO相关模式进行设置；

（4）对串口相关参数进行初始化操作；

（5）对NVIC初始化、启动中断；

（6）对中断相关的处理函数进行编写。

这样WIFI便能够正常的和MCU通信了，其中部分代码示例如图4-9所示，完整代码见附录B。

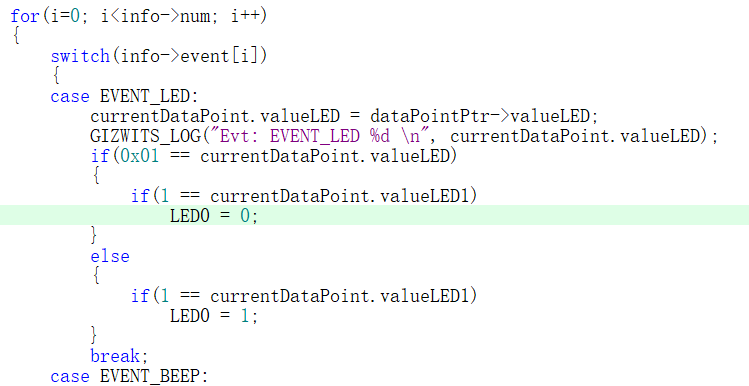


图4-9 WIFI模块代码示例

4.4手机APP设计

为了实现APP快速接入到云平台，本设计采用机智云平台提供的APP开源框架。因此APP开发的主要内容是在其框架之上完成一些具有本设计特色的功能，进而实现APP快速开发。总体工作流程如图4-10所示。



图4-10 APP总体工作流程图

对于本设计而言，此APP的主要功能需求是可以远程控制监视产品设备。当在手机中打开APP后，首先进入登录界面，如图4-11所示。这里可以选择注册或者直接跳过就可以。



图4-11 用户登录界面

然后进入监测控制页面UI如图4-12所示，监测控制界面使用了EditText控件、ImageView控件、Switch控件、SeekBar控件等控件。其在工程XML的文件里面可以对控件属性进行设置，比如控件的文字尺寸、颜色、宽度和高度以及控件间布局等。本文使用了两种较常用的相对布局和线性布局。



图4-12 监测控制界面

本设计的监测控制界面的作用是清晰的展示给用户可以使用的主要功能。在该界面用户可以看到温湿度以及光照强度的数值，可以在范围内自由设置温湿度以及光照强度的阈值，同时可以控制蜂鸣器和灯。

对于一个APP而言往往少不了全局配置文件，其主要代码如图4-13所示。



图4-13 全局配置文件

根据图4-15可以看到appId是应用的标识码，appSecert是应用的密匙，与appId一起生成。productKey是产品唯一标识码，其产品密码productSecret和productKey有同样功能，也起着产品身份识别作用。

5.系统测试与结果分析

5.1虚拟测试

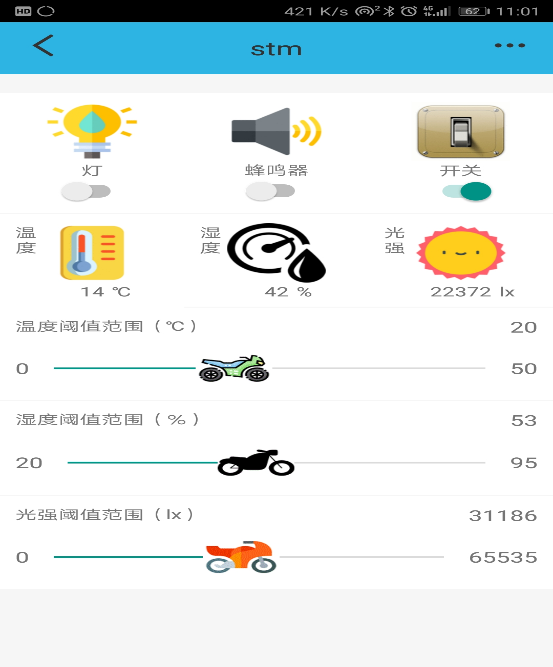
如图5-1所示是机智云平台提供的在线调试界面，通过虚拟的设备对APP进行调试。

首先进入机智云的开发者中心，启动相应的虚拟设备，扫描对应的二维码，扫描成功后，在其通信日志窗口中可以发现设备上线完成。



图5-1 虚拟设备测试界面

然后开始测试APP端与虚拟设备之间的通信：在云平台虚拟设备界面中，填入要测试数据点的数据，之后使用“推送”向手机APP端下发数据。其中虚拟设备使用的各测试值如图5-2（a）所示，APP端接收到的数据值如图5-2（b）所示。

(a)虚拟设备下发数据 (b)APP端接收数据

图5-2 APP与虚拟设备通信测试

然后在使用APP向虚拟设备上传数据，查看虚拟设备端的接收数值是否与APP端一致。经过大量的测试以后，发现手机APP接收到的数据和虚拟设备下发的数据完全一致，故符合本设计要求。

5.2实物测试

虚拟设备测试后，能够确定云平台和手机APP端能够正常通信。在此基础上验证系统功能能否达到预期要求，进而保证农业检测控制系统的实用性和稳定性。测试步骤如下：

（1）在不同的网络下测试APP和农业检测控制系统设备端的通信。将手机分别的接入到移动网络和局域网下看是否能够和设备进行正常的通信。

（2）测试控制系统的通信成功率以及稳定性。包括设备端正确接收到APP端的数据成功率、手机APP端准确接收到来自设备端的数据成功率以及设备断网重新连接成功率。

（3）APP的功能测试。包括测试检测控制单元的功能，以及能否实时的显示设备端发送的数据，能否控制继电器的动作，能否准确设置传感器的阈值等。

5.3测试结果和分析

（1）如图5-3所示，当农业检测控制系统处于手动模式时，手机APP端能够控制继电器进而控制灯和蜂鸣器，且OLED上能够正常显示温湿度以及光照强度数据。在自动模式下，若数据超过设定阈值则会自动发出警报，OLED屏幕上会闪烁警告图标，设备蜂鸣器发出声音并且灯亮。

  
图5-3 OLED屏幕显示

（2）当APP和设备接入相同的局域网时，即使所连接的路由器没网也不影响APP对设备的控制；当设备和APP不属于一个局域网时，手机使用WIFI或者移动网络连接互联网，此时手机可以实现对设备的远程监视控制，但是若设备所连接的路由器没有网络则不可以进行控制。

（3）本设计对农业检测控制系统进行了三个方面的通信测试，经过了许多次的测试和统计之后得到的数据可由表5-1内容所示，由此可以得出系统具有比较高的数据通信稳定性。

表5-1 系统通信测试表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测试方法 | 测试数 | 成功率（%） |
| 手机收到数据 | 200 | 99.5 |
| 设备断网自连 | 50 | 98.5 |
| 设备收到数据 | 150 | 90.8 |

（4）APP控制界面。此时设备端已经将数据上传到APP，并且不断实时变化。如图5-4所示，在APP界面显示了已绑定设备当前上报的温湿度以及光照强度数据，手机端可以在阈值范围内自由的设置阈值，并且若传感器探测数据超过设定阈值则会自动发出警报，此时继电器会控制灯闪烁和蜂鸣器响。

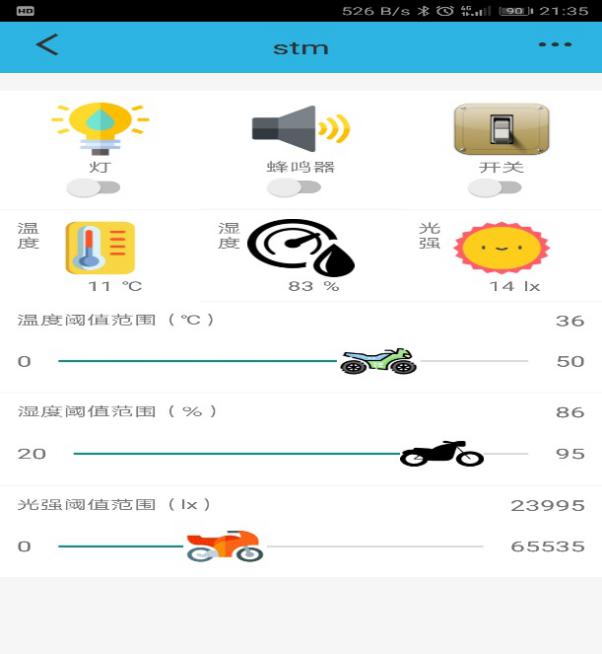


图5-4 APP监控界面

6.总结与展望

6.1主要设计总结

本文构造了一款基于STM32单片机的物联网农业检测控制系统。其中硬件平台是以STM32F103C8T6作为核心处理器，结合现代物联网技术以及传感器方面的技术，能够远程查看温湿度、光照强度的变化，又通过ESP8266 WIFI模块接入了云平台，实现了可在手机APP侧查看设备当前状态和远程控制设备的目的。主要设计成果包括：

（1）分析了物联网农业检测控制系统相关方面的近年来国内外的发展现状，给出了物联网农业检测控制系统的技术路线。

（2）通过分析结合本设计需要实现的功能，确定了物联网农业检测控制系统的基本结构、核心元器件的选型等。

（3）选用DHT11传感器和GY-30传感器能够很好的探测周围环境温湿度及光照强度的变化，并能够在OLED上显示出来，方便观察。

（4）实现了STM32单片机利用WIFI模块通过云平台与手机APP的通信，能够比较稳定的将数据进行传输。

（5）对设计系统进行了实验测试，证明此设计具有一定的实用性。

6.2系统特点

（1）系统性价比高

在充分考虑能够完成设计任务要求的前提下，本设计尽可能选择性价比高的器件，比如本设计选择的主控器STM32F103C8T6就具有很高的性价比，且能够很好的完成设计需求。

（2）系统传输速度快

本设计的农业检测控制系统，能够将传感器检测到数据实时的在OLED和手机APP上显示，传输速度快。

（3）通信无距离限制

本设计在理论上说，只要手机和设备端能够正常连接网络，不论距离多远，手机端也能够实现对设备端的检测控制。

6.3展望

物联网农业检测控制系统虽然已经设计完成，并经过一系列验证测试，证明其实现了远程检测控制的能力，但仍然还存在一些问题有待更进一步的研究：

（1）本设计的功能还不够完善。对农业环境只是集中于光照强度、温度、湿度上的检测，这使设备获取的环境信息有限，从而不能够为使用者提供更加全面的参考信息。

（2）本设计虽然能够检测农业环境温湿度以及光照强度，但是并未提出相关的环境调节控制方法，未来研究需要在调控环境策略方面做更加深入的研究。

（3）由于时间的原因，只完成了对安卓操作系统的APP设计，在未来可以完成对IOS操作系统的APP以及微信端小程序的设计。