

# 基于STM32和Android系统的智能农业大棚设计

陈韵秋, 李 峥

(淮北师范大学 物理与电子信息学院, 安徽 淮北 235000)

**摘 要:** 针对目前传统农业大棚对于棚内环境监控的实时性、远程性等方面的缺陷, 设计一款以STM32F103ZET6为主控的控制系统, 利用无线互联网的传输及上位机的配合来实现简易智能物联网农业大棚. 该系统采用C语言进行编程, 使得整个程序阅读起来方便易懂, 通过应用基于ARM Cortex M3内核的微控制器STM32及相关传感器对棚内各环境信息进行实时监测, 监测数据可在下位机上安装的TFT液晶屏以及手机客户端显示; 还可以接受上位机所传输的控制指令、控制风扇和补光灯等设备的工作情况. 测试结果表明, 该系统能够克服传统农业大棚对环境数据实时检测与远程调控的不足, 实现对棚内农作物生长的各环境信息的远程监控, 为棚内作物生长提供最适宜的环境.

**关键词:** STM32; 智能农业; 传感器; Android手机APP

**中图分类号:** TP 274.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2095-0691(2019)01-0043-06

## 0 引言

随着社会的发展、现代科技的不断进步, 我国经济飞速发展、农民生活水平显著提升<sup>[1]</sup>. 与此同时, 人们对农产品质量及数量的要求也越来越高, 对农产品生长环境的要求也日趋严格, 而这些要求, 传统的那种对棚内各项数据信息进行人工现场采集、各项设施进行手工操作的农业生产模式难以满足<sup>[2]</sup>. 我国农业生产模式需要变革创新, 因此方便快捷且经济效益高的智能大棚系统在近年来的农业生产生活中日趋重要<sup>[3]</sup>. 近年来世界上很多发达国家的集约化的温室产业有较高的水平<sup>[4]</sup>, 而我国的棚内环境监控方面存在实时性差、不能远程控制等问题, 与发达国家之间略有差距. 针对这一问题, 本文设计的智能大棚系统将高新的移动互联网技术以及ZigBee无线传感网络技术引入其中<sup>[5-6]</sup>. 通过上位机对棚内环境进行智能远程监控, 克服现有农业大棚系统短距离控制的缺陷, 而这也能够为我国智能农业的可持续发展提供一定的参考和经验.

## 1 系统整体概述

本文关于智能农业的设计是以嵌入式系统为基础的, 能够实现对棚内补光灯、遮光板和风扇的控制, 以及棚内温湿度、土壤湿度、CO<sub>2</sub>浓度以及火灾情况的实时监测. 同时可通过手机客户端APP来显示上述棚内相关数据信息, 并进行相应调控操作. 在本次设计中, 分别对棚内温湿度、光照强度、土壤湿度、烟雾及CO<sub>2</sub>浓度等环境数据设置阈值, 一旦超过所设的阈值便自动做出相应的报警或浇水等操作<sup>[7]</sup>.

上述大棚中所有的相关数据信息主要是通过多个STC12单片机来对相应的光照传感器、温度传感器、土壤湿度传感器、二氧化碳浓度传感器以及烟雾传感器等进行数据采集得到的, 并将采集到的数据通过ZigBee无线传感网络传输到STM32上, 以此实现对各数据信息的远距离传输. 而后ESP8266模块将各

收稿日期: 2018-10-09

基金项目: 安徽省教育厅质量工程项目(2017jyxm0219, 2017ghjc413); 淮北师范大学质量工程项目(jy2017119)

作者简介: 陈韵秋(1995—), 女, 安徽合肥人, 硕士生, 研究方向为嵌入式控制. 通信作者: 李 峥(1980—), 男, 安徽淮北人, 副教授, 研究方向为嵌入式控制.

数据信息从STM32控制系统通过网络上传到云服务器,实现手机APP客户端对所有棚内数据信息的实时检测功能,与此同时手机端也可进行相关调控,调控指令通过ESP8266模块传输至STM32,再通过ZigBee传输至对应STC12模块来实现相关设备的调控功能<sup>[8]</sup>.

## 2 系统的硬件设计

### 2.1 系统基本结构设计

关于本文的设计部分可分为硬件和软件设计部分. 硬件设计主要包括STC12、STM32与各传感器模块的相关硬件电路的设计. 由上述对该设计的功能描述可知,本设计的系统需进行大量的数据采集、转换、接收、发送以及对棚内设备的调控,所以需要运行速度快、硬件资源多以及高性价比的STM32F103ZET6为主控芯片来满足上述智能大棚的设计要求. 而STM32价格较高且农业大棚面积较大,棚内各传感器之间距离较远,仅仅使用一两个STM32不足以采集棚内各数据信息. 因此本设计采用价格较低、速率较快的STC12来采集各传感器数据,并通过ZigBee模块将数据远程传输到STM32上进行处理并显示在液晶屏上,同时ESP8266模块将环境数据无线传输至上位机,实现手机APP客户端的远程实时监控,其中本系统结构总体框图如图1所示.

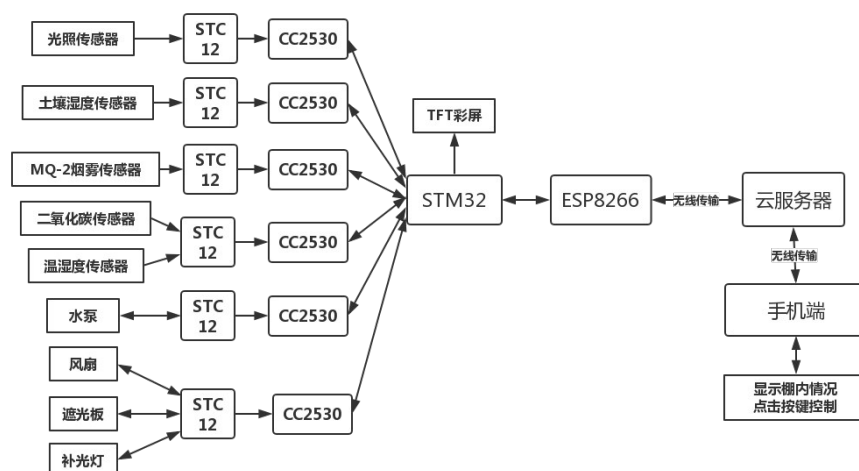


图1 系统结构总体框图

### 2.2 棚内光照、温湿度检测模块

由于作物的生长有其最适宜的光照强度和温度范围,过高或过低都会抑制棚内作物的生长,因此在该模块中设定最适宜棚内作物生长的光照强度阈值范围以及温度阈值范围,并对其进行实时检测.

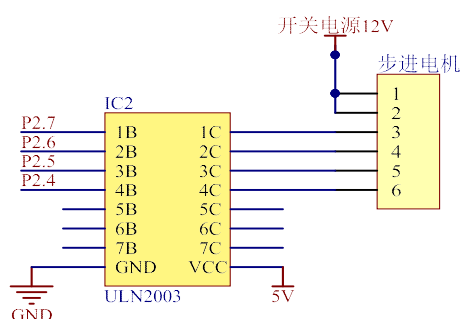


图2 步进电机电路图

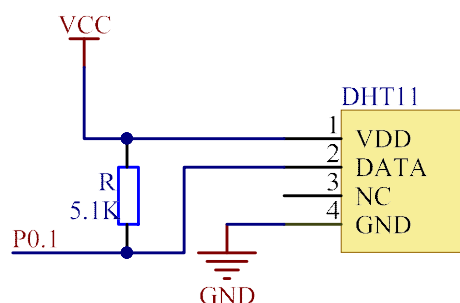


图3 DHT11电路图

本系统采用STM32F103中的光敏传感器来监测棚内光照强度.当光照强度高于该阈值范围时,驱动步进电机转动一定的步距角来放下遮光板,该模块步进电机外加电源和驱动器,电路图如图2所示.相应的,光照强度低于阈值时则自动开补光灯来增强光照.这里的补光灯用的是全光谱LED植物生长灯,并加入继电器模块,控制系统即可根据指令控制继电器来实现补光灯的亮灭.在此采用DHT11温湿度传感器来测量棚内温湿度,该传感器具有测温范围广、精度高以及节能低功耗等优点.为更精确更全面地监测棚内温度,本设计在大棚四周放置共9个DHT11来实时检测,并将各数据相加求平均来显示在液晶屏及手机端上.DHT11部分电路图如图3所示.

### 2.3 土壤湿度检测及浇水灌溉模块

棚内作物吸收土壤中所包含的水分来进行生命活动,土壤中水分过少会使作物枯萎,而过多则会使土壤中氧气含量下降导致植物根部沤烂等.因而对土壤湿度的把控也尤为重要,一般控制在55%~85%最佳.本设计采用以LM393作为比较器的4线制土壤湿度传感器,通过AD转换来获取较为精确的数据,通过电位器来调节相应阈值,湿度低于设定值时,继电器自动吸合开始工作,水泵实现自动浇水功能;高于所设阈值,继电器断开.

### 2.4 棚内烟雾、二氧化碳检测及报警模块

MQ-2烟雾传感器常用于检测日常生活中的气体泄漏,适用于氢气、苯、烟雾等的监测,是将所测气体浓度按一定的关联转换成电量输出的器件.且此模块具有体积小、寿命长、响应快及稳定性佳等特性.综上,用MQ-2烟雾传感器来对棚内火灾情况进行监测<sup>[9]</sup>.在此模块中设置初始阈值,若检测到的浓度超过阈值,则报警.

适当的二氧化碳浓度能提高农产品的产量和质量,浓度过高或过低都不利于农作物生长,本设计采用以NDIR为工作原理的二氧化碳传感器MH-Z14A来对二氧化碳浓度进行监测.其具有良好的选择性、无氧气依赖性且内置温度补偿<sup>[10]</sup>.类似的,所测浓度高于所设阈值范围时报警.相应传感器部分电路图如图4所示.

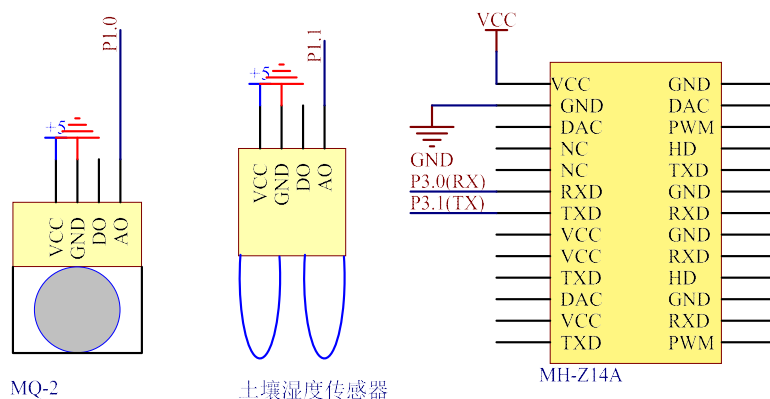


图4 MQ-2、土壤湿度传感器和二氧化碳传感器电路图

### 2.5 棚内通风散热模块

当大棚内温度或二氧化碳浓度过高时,只是自动报警是不够的,此时需要采用风扇来进行通风散热.本设计采用开关电源外加直流电机驱动芯片与风扇连接,实现棚内风扇能够根据当前温度及二氧化碳浓度是否超过阈值来自动进行通风散热.

### 2.6 液晶显示模块

本设计用TFT彩屏显示棚内温度、土壤湿度及空气质量等数据信息.TFT-LCD就是薄膜晶体管液晶显示器,本设计采用的是320×240分辨率、2.8寸的ALIEN TEK TFTLCD模块,该模块接口为16位的并方式与外部连接.硬件连接上,由于使用的是ALIEN TEK提供的TFTLCD模块,只需将TFTLCD模块插上STM32开发板的对应接口即可.

## 2.7 无线传输模块

由于农业大棚一般面积较大,导致各传感器之间距离较远,在此采用 ZigBee 模块来实现数据远距离传输. ZigBee<sup>[11-12]</sup>组网能力十分强大且功耗很低,本设计采用以 CC2530 为芯片的 DL-LN33 模块,其成本低且集成度高,可视距离通信单跳 70 m,工作时会与周围模块自动组成一个无线多跳网络,能够较好地满足农业大棚远距离数据传输要求.

为更好地实现本系统上位机与下位机的数据传送,本系统选用 ATK-ESP8266 WiFi 模块,原理图如图 5 所示. 该串口-无线模块性能高且功耗低,专为移动设备和物联网应用设计,能够兼容 3.3 V 和 5 V 的单片机系统,使单片机能够接入网络,实现物理设备与 WiFi 无线网络的连接. 该模块既可以做热点(AP 模式)来实现局域网内的无线通信,又能够连接路由器(STA 模式)来完成互联网下的远程调控. 本设计采用其 STA 模式来实现上位机对下位机的远程监控.

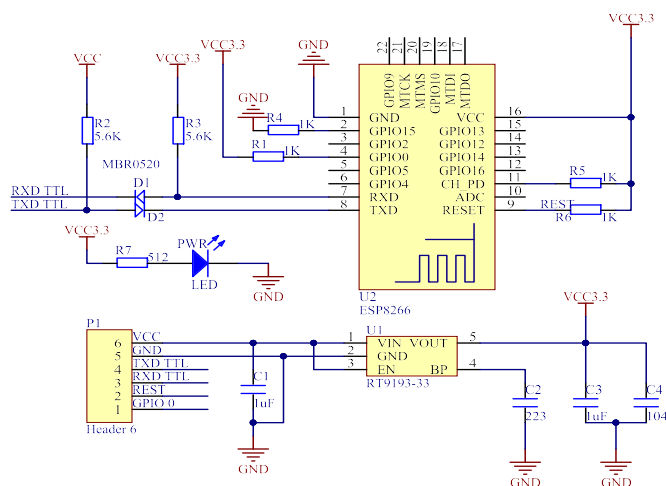


图5 ATK-ESP8266模块原理图

## 3 系统软件设计

本系统软件设计主要有 C 语言程序的编写以及 Android 手机 APP 的设计. 其中,关于本设计中智能大棚相关控制的程序设计,主要用到 STM32 系统中的跑马灯、蜂鸣器、按键、串口、ADC、TFT-LCD 显示及时钟等部分. 在本设计的程序编写中,通过读取与 STC12 相连接的各传感器数据信息并进行相应的数据传输及加工处理,而后将得到的数据信息在 TFT-LCD 上以及手机客户端 APP 上显示. 其中程序流程图如图 6 所示.

随着近年来智能手机的普及以及 Android 系统的广泛应用,本系统中手机 APP 是基于 Android 系统的,通过 Android Studio 来编程实现的. 而 Android Studio 是用于开发 Android APP 的官方集成开发环境<sup>[13]</sup>,其功能强大,涵盖 Android 开发应用的所有相关功能. 因此本设计中的手机客户端以 Android Studio 为开发环境,以应用广泛的 Java 语言为主编写实现的<sup>[14]</sup>. 其中,本设计选用能将串口通信协议转换成 TCP/IP 协议的 ESP8266 模块作为 WiFi 来实现局域网无线控制,以此实现下位机与上位机的数据通信及传输. 其中本设计将单片机的串口通信协议转换成的 TCP/IP 协议,即网络通讯协议,定义电子设备如何连入因特网,以及数据如何在它们之间传输的标准,采用 4 层的层级结构,即应用层,传输层,互连网络层,网络接口层,每一层都呼叫其下一层所提供的协议来实现其自己的需求<sup>[15]</sup>.

本设计中手机客户端 APP 包含 2 个功能模块,其中相关环境数据显示模块用于显示与无线网络相连的物理设备所采集的相关数据信息,设备

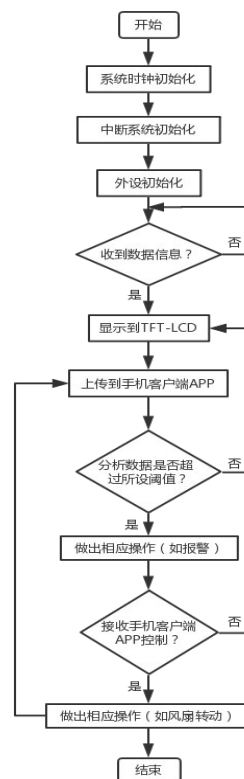


图6 主程序流程图



控制模块则是通过手机客户端APP来对相应的硬件设备进行相关调控<sup>[16]</sup>。

#### 4 系统装置测试与结果分析

本系统的手机APP,其终端程序目前主要通过主页面来进行相关的数据显示和调控。打开APP,经过2 s后跳转到主界面,用户能够实时地对棚内温度、土壤湿度、二氧化碳浓度以及火灾情况等信息进行远程监测,并且能够实现对棚内风扇及补光灯装置的远程控制。

通过测试知道,本系统所设计的数据显示模块能够实时稳定地采集硬件设备所测得的数据,且能较为精确的显示相关环境信息;而设备控制模块能够对相应设备进行实时快捷的控制,且硬件设备对手机客户端的控制信号接收稳定、反应灵敏。与此同时,本系统能够实现对环境信息的实时自动监控,使得棚内温度、光照强度、土壤湿度和二氧化碳浓度等环境数据稳定在一个适宜农作物生长的阈值范围内。实验测试表明,本系统能够较好地实现对棚内环境信息的实时监控。相关调试数据显示及手机客户端界面如图7和图8所示。



图7 液晶屏显示数据

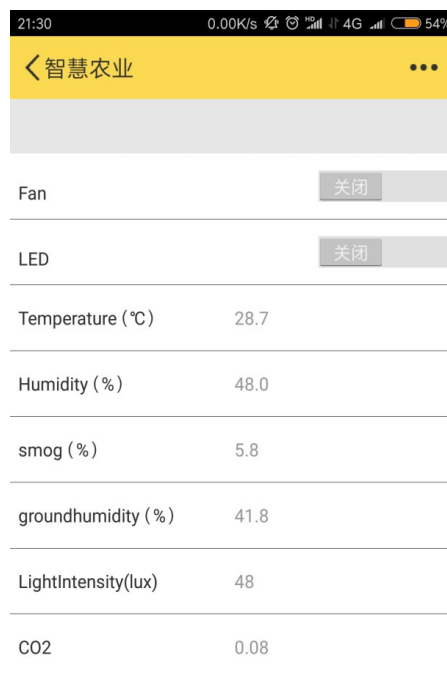


图8 手机APP客户端界面

#### 5 结论

本文中的关于智能农业大棚的设计及相应的软硬件开发,主要是以STM32F103系列、各种传感器及Android智能手机为平台,通过Android系统、C语言编程实现的。本设计实现对环境数据信息的远程采集和传输,可根据棚内温度、气体浓度等数据,巧妙利用感应器与控制器之间的相互作用来实现对棚内作物生长环境的自动调节,从而达到作物高质量生长的效果。

本设计实用性强,能够使棚内作物在一个尽可能理想的环境下生长,与此同时能够使用户通过手机客户端APP来对棚内作物实时情况进行远程监控,实现农业大棚的无人化、现代化以及自动化。

#### 参考文献:

- [1] 冯启高,毛罕平. 我国农业机械化发展现状及对策[J]. 农业化研究,2010,32(2):245-248.
- [2] 韩毓. 基于单片机的蔬菜大棚温度控制系统[D]. 青岛:中国海洋大学,2010:3-5.
- [3] 史书强,袁立新,张鹏,等. 我国农业产业化发展现状与科技支撑体系的构建探讨[J]. 农业科技管理,2011,30(6):65-

68.

- [4] 王芳. 基于智能控制和现场总线技术的温室环境控制系统研究[D]. 苏州:苏州大学,2008:1-3.
- [5] 张杰. 基于Zigbee和GPRS的果园智能灌溉控制系统设计[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2014:1-3.
- [6] 王岩. 物联网控制系统中信息传输关键技术研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2012:7-10.
- [7] 廖建尚. 基于物联网的温室大棚环境监控系统设计方法[J]. 农业工程学报,2016,32(11):233-243.
- [8] 祝朝坤,张凌燕. 基于STM32和Android手机的农业物联网大棚的设计与实现[J]. 电子产品世界,2017(12):52-55.
- [9] 高金转,彭旭峰,张会新,等. 基于ZigBee无线传感网络的环境监测系统的设计[J]. 电子器件,2016,39(3):546-550.
- [10] 豁保强. 智能大棚监测与控制关键技术研究[D]. 天津:天津科技大学,2014:12-19.
- [11] RZEWUSKIS K. System concept of WIFI based passive radar[J]. International Journal of Electronics & Telecommunications,2011,57(4):447-450.
- [12] TERADA M. Application of ZigBee sensor network to data acquisition and monitoring[J]. Measurement Science Review,2009,9(6):183-186.
- [13] 毕小明. 精通Android Studio[M]. 北京:清华大学出版社,2017.
- [14] HORSTMANN CayS,CORNELL Gary. Java核心技术[M]. 9版. 北京:机械工业出版社,2013.
- [15] 马莉. 浅谈网络协议中的TCP/IP协议[J]. 数字通信世界,2016(2):41.
- [16] 程亮. 基于Android和IOS的智能家居手机客户端软件的设计与实现[D]. 南京:东南大学,2015:32-37.

## Design of Intelligent Agricultural Greenhouse Based on STM32 and Android System

CHEN Yunqiu, Li Zheng

(School of Physics and Electric Information, Huaibei Normal University, 235000, Huaibei, Anhui, China)

**Abstract:** Aiming at the shortcomings of real-time and long-distance monitoring of environment in traditional agricultural greenhouse, a control system based on STM32F103ZET6 was designed to realize the simple intelligent agricultural greenhouse of Internet of Things (IOT) by wireless Internet transmission and the cooperation of host computer. The system was programmed in C language, which makes the whole program easy to read. By using STM32 microcontroller based on ARM Cortex M3 kernel and related sensors, the monitoring data can be displayed on the TFT-LCD screen installed on the lower computer and the mobile phone client. The control command transmitted by the upper computer controls the working state of the fan and the light supplementing device. The results show that the system could overcome the shortcomings of real-time detection and remote control of environmental data in traditional agricultural greenhouse, and realize remote monitoring of environmental information of crop growth in greenhouse, and provide the most suitable environment for crop growth in greenhouse.

**Key words:** STM32; intelligent agriculture; sensors; Android mobile APP