

智慧农业预警及其自动调节系统的设计与实现

王俊博¹, 杜洪波², 梁振华¹, 戴煜仁¹

(1.沈阳工业大学软件学院, 辽宁 沈阳 110870;

2.沈阳工业大学理学院, 辽宁 沈阳 110870)

✉745305676@qq.com; 18334353@qq.com; 2066097452@qq.com; 854848114@qq.com



摘要: 智能温室是结合自动化和物联网等技术研发的, 其作用是实现农作物培育阶段的全自动化和防治病虫害, 通过制作小型智能温室模拟真实环境, 同时使用控制变量的方法对比有害虫防治模块下农作物的生长问题, 结果显示, 经过害虫防治的农作物产量和质量均优于无害虫防治的农作物。通过多次研究与模拟实验发现, 在智能温室培育的农作物相较于传统温室, 农作物的败坏率降低, 相同面积内的农作物更多, 农作物的产量和质量也得到提高。

关键词: 物联网; 智慧农业; 智能温室大棚; 控制系统

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

Design and Implementation of Intelligent Agriculture Early Warning and Automatic Regulation System

WANG Junbo¹, DU Hongbo², LIANG Zhenhua¹, DAI Yuren¹

(1. Software College, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China;

2. College of Science, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China)

✉745305676@qq.com; 18334353@qq.com; 2066097452@qq.com; 854848114@qq.com

Abstract: Intelligent greenhouse is developed by combining automation, Internet of Things and other technologies. Its role is to achieve full automation in the crop cultivation stage and to prevent and control diseases and pests. This paper proposes to make a small intelligent greenhouse to simulate the real environment, and use the method of controlling variables to compare the growth of agricultural products with and without pest control modules. Results show that the yield and quality of crops after pest control are better than those without pest control. Through many studies and simulation experiments, it is found that compared with traditional greenhouses, the crops cultivated in intelligent greenhouses have lower deterioration rate, more crops in the same farming area, and the yield and quality of crops have also been improved.

Keywords: Internet of Things; intelligent agriculture; intelligent greenhouse; control system

1 引言(Introduction)

“三农”工作是全面建设社会主义现代化国家的重中之重。目前, 我国的粮食产量问题已经得到基本解决, 但是随着人们对食物的要求越来越高, 提高农作物质量的任务变得愈加艰巨。现阶段, 导致农作物质量下降的原因主要有两个: 一是人工培育无法精准地调动外部环境因素(如水、光和环境温度等), 二是害虫对于农作物的侵害。所以, 需要将物

联网技术应用在温室大棚中, 使农作物在适宜的环境中茁壮成长, 从而提升产量和品质, 实现更高的经济效益^[1]。

为了保证接收数据的精准性, 采用ZigBee技术进行大容量组网, 远程控制大棚内部农业设施, 最终完成设施对于农作物生产条件的感知、判断与即时处理^[2]。长期喷洒农药会导致土壤板结, 使农作物生长受到影响, 所以需要结合应用智能监测与大数据技术, 实现对病虫害类型的自动识别, 并给

出相应的防治措施^[3]。该研究从环境调节和外在保护两方面锁定了农作物的生长趋势，让本产品使用更为合理。

2 智慧农业物联网概念(Internet of Things concept of the intelligent agriculture)

智慧农业是农业生产的高级阶段，是集新兴的互联网、移动互联网、云计算和物联网技术为一体，依托部署在农业生产现场的各种传感节点(环境温湿度、土壤水分、二氧化碳、图像等)和无线通信网络实现农业生产环境的智能感知、智能预警、智能决策、智能分析、专家在线指导，为农业生产提供精准化种植、可视化管理、智能化决策。其中，物联网技术在智慧农业的应用较为广泛，具体体现在智慧农业通过应用基于物联网的先进技术和解决方案，实时收集并分析现场数据供生产决策的方式，达到提升运营效率、扩大收益、降低损耗的目的。近年来，精准农业、智能灌溉、智能温室等多种基于物联网的应用都已获得初步成效，在智能温室应用场景，目前可以实现精准度较高的设备自动化管理，例如对农作物进行自动补水、补光及提供相关环境状况预警及自动调节大棚内环境等功能。

3 智慧农业预警及其自动调节系统需求分析(Demand analysis of intelligent agricultural early warning and its automatic adjustment system)

智能温室预警及其自动调节系统是实现自动化农业管理的重要平台，其能够保证资源的合理分配，在农作物种植培育的过程中受外部环境变量(例如光照度、水分状态及温室内透气情况)带来的影响较大，而人工和部分自动化培育方式不能应时地关注农作物的生长情况，那么，智能温室具有的提前预警及相应的自动处理功能保证农作物一直处在理想的生长环境中。目前，一套较为完善的智能温室系统通常包括数据采集、数据传输、数据自动化处理及智能控制等功能，本研究的具体功能如图1所示^[4]。

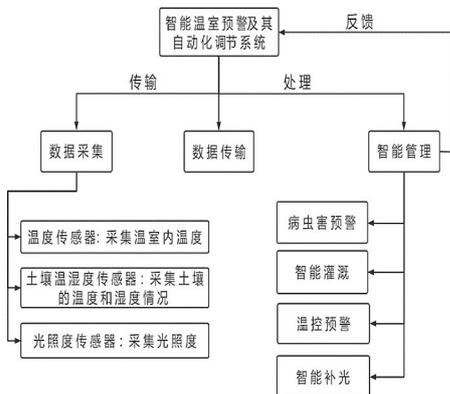


图1 智能温室功能实现流程

Fig.1 Function realization process of intelligent greenhouse

数据采集功能主要包含对农作物生长环境变量信息的采集，例如土壤温度和湿度、光照度、害虫出现频率等；利用无线传输功能将采集到的数据传输到云平台，便于人工的监测，同时工作人员也可以操控云平台对温室内部具体模块发出指令，即人为可干预农作物培育，使农作物处于适宜的生长环境中^[5]；数据处理是将平台数据按时间顺序进行整理及归纳等，例如工作人员可以在平台实时观测病虫害发生频率；智能控制指的是系统在设计之初，设计人员在各个传感器模块中设定适宜的农作物生长阈值，传感器接收数据并判断目前的生长环境是否符合阈值参数，然后进行下一步的自动化处理，即智能灌溉、智能补光、害虫及温控预警等，上述操作人工亦可加以干预^[6]。

4 智慧农业预警及其自动调节系统主要功能介绍(Introduction to the main functions of intelligent agricultural early warning and its automatic adjustment system)

(1)自动监测功能。自动监测功能可以实现全天不间断监测，依托传感器自动获取农业种植的土壤温度、湿度、二氧化碳浓度等实时数据，通过通信模块远程传输到云平台，云平台将数据上传到数据库中。用户可通过云平台、微信小程序客户端实时查看数据，以及对历史数据做对比和分析。

(2)视频监控功能。系统通过摄像头可以对大棚进行全景实时监控，用户可以在云平台实时观看或回放远程视频，用户通过摄像头可以观看农作物生长及设备运行情况，同时基于计算机视觉技术实时检测目标叶片遭受病虫害的面积，通过分析后判断是否需要进行农药喷洒防治病虫害，还能通过小程序报警，第一时间通知用户种植情况，进而帮助用户更好的管理农作物，减少损失、提高产量。

(3)智能控制功能。系统会根据当前实时监测的环境数据和系统内设置数据进行比对分析，当监测数据不在设置数据范围内时，系统会控制大棚补光、补水、通风等设备自动化运行，让农作物处于最适宜的生长环境，同时系统会将设备的自启动日志提交到云平台上，方便用户查看。

(4)预警报警功能。当监测环境数据超过用户设置环境参数范围时，系统会通过蜂鸣器、云平台、微信小程序等方式报警通知用户，让用户第一时间了解环境情况，用户通过报警信息可采取相应措施，减少不必要的损失，当监测数据处于系统内设置数据区间时，会停止报警信息的发送。

5 智慧农业预警及其自动调节系统的设计(Design of intelligent agricultural early warning and its automatic adjustment system)

5.1 系统总体架构

基于物联网的智慧农业大棚系统框架图如图2所示，主要

构成部分有无线传感器采集数据模块、网关与上位机智能监测中心。

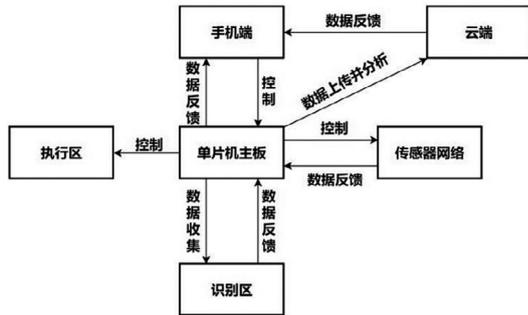


图2 基于物联网的智能农业大棚系统框架图

Fig.2 Framework of intelligent agricultural greenhouse system based on Internet of Things

传感器通过对农田环境的感知，将收集到的数据汇总给主机，并将数据通过Arduino连接的发射端转发至云平台和小程序端。如果温室大棚规模较大，传感器的数量会相对较多，可以在传感器中间安装缓冲数据节点，将各部分数据先进行分析处理。传感器通过ZigBee无线网上协议与终端进行互通作业。服务管理平台对传输过来的数据进行精准的分析后，再根据大棚系统之前设定的最优阈值数进行分析与对比，最后得出结果，系统就会进行智能识别和操作^[7]。

5.2 软件设计

5.2.1 系统设计

平台采用B/S的模式结构，考虑到设备网络环境问题，平台采用报文较短的MQTT协议进行数据的交互，MQTT消息队列作为中间件与设备进行数据通信交互，增加心跳等机制，对设备的意外下线能够及时处理。

云平台服务端如图3所示，使用JAVA语言完成，相较于其他语言，其开发速度快、系统性能好。云平台客户端分为两个终端，用户可以在浏览器上使用云平台监控和查看系统的每个模块，页面操作简洁易懂，方便用户使用。

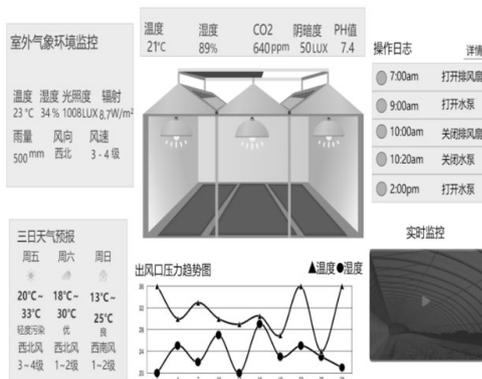


图3 智慧农业云平台端

Fig.3 Cloud platform of intelligent agriculture

手机客户端如图4所示，采用微信小程序云开发，使用VUE渐进式框架实现小程序开发，通过MQTT接口实现拟实体与服务的双向通信，实时监控大棚内生产数据，完成指令传递、数据收发、消息同步等功能，通过控制过程实现对设备的操作；小程序云开发操作简单、维护量小。



图4 智慧农业微信小程序端

Fig.4 WeChat applet of intelligent agriculture

5.2.2 数据库系统设计

系统通过MySQL数据库存储智慧大棚内的生产环境、操作等信息，然后在数据库中创建多个表，用于存储大棚内数据和关键设备启动日志。使用NGINX转发摄像头ONVIF协议数据流，可以实现大棚内视频的实时观看。

5.3 硬件设计

采用Arduino单片机为内核，搭配各种传感器和操作模块实现对应的功能。

传感器模块：由于需要对大棚内的环境变化数据进行监测，所以研究人员设计了自动化补光和控温及补水模块，采用光学传感器和温、湿度传感器，获取光照温度和环境湿度信息，通过数据传输模块将这些信息上传到云端数据库，并根据后台记录的农作物生长数据指定对应的操作模块进行对应操作，降低了管理成本。

数据传输模块：传输模块采用NB-lot模组BC20物联网通信模块，通过手机端小程序及时为管理人员提供实时农作物的生长数据，并根据农业管理者的要求对大棚内的响应模块进行调控。

自动化模块：自动化模块采用自行设计的机械装置，根据传感器指令执行相关操作，二氧化碳及氧气补充装置外接二氧化碳和氧气补充瓶，通过单片机下达指令控制开合阀门进行调控，补光装置外接光源设备，由单片机内核控制光源的开关及调节光照强度，自动补水装置同理。

图像识别模块：通过安装摄像头对农田中的生物进行外

观捕获并对比数据库中的生物样本，定点识别对农作物不利的生物，通过单片机下达指令进行消灭并上传数据至云端数据库，云端数据库进行分析并储存数据以便于管理者能清晰地了解农作物的生长环境变化。通过摄像头也可以及时发现非法进入者，实时监控实时报警，避免遭受不必要的损失。

5.4 系统软件实现

系统服务器操作系统采用Linux Ubuntu 18.04，数据库采用云数据库MySQL 8.0，使用Vue框架搭配使用Element-UI对云平台客户端进行开发，使用Vue框架开发微信小程序。

5.4.1 数据交互实现

系统采用NB-IoT的BC20模块用于双向通信，将模块设置为PSM模式，当串口中断触发时，即可接收监测节点采集的温度、湿度、PH值等信息。模块与服务器建立链接后，模块即可发送数据到服务器，移动端使用MQTT协议发布信息与监听topic接收消息。移动端连接服务器主要代码如下：

```
onShow() {
  var that=this;
  that.client=connect(mqttUrl);
  that.client.on("connect", function () {
    console.log("成功链接mqtt");
    that.client.subscribe("/mysmarthome/pub", function
(err) {
      if (!err) {
        console.log("成功订阅上行数据Topic");
      }
    });
  });
  that.client.on("message", function (topic, message) {
    console.log(topic);
    let dataFromDev={};
    dataFromDev=JSON.parse(message);
    console.log(dataFromDev);
    that.Temp=dataFromDev.Temp;
    that.Hum=dataFromDev.Hum;
    that.Light=dataFromDev.Light;
    that.Led=dataFromDev.Led;
    that.Beep=dataFromDev.Beep;
    that.PH =dataFromDev.PH;
    that.Co2 =dataFromDev.Co2;
  });
}
```

5.4.2 系统报警功能实现

当移动端接收监测数据超过用户设置环境参数范围时，系统开启蜂鸣器并且向小程序端进行报警通知，能够让用户及时采取措施，减少损失。报警主要代码如下：

```
onBeepChange(event)
{
  var that=this;
  console.log(event.mp.detail);
  let sw=event.mp.detail.value;
  if (sw) {
    that.client.publish(
"/mysmarthome/sub",
'{"BEEP_SW":1}',);
  } else {
    that.client.publish(
"/mysmarthome/sub",
'{"BEEP_SW":0}',);
  }
  "touser": "OPENID",
  "template_id": "TEMPLATE_ID",
  "page": "index",
  "form_id": "FORMID",
  "data": {
    "keyword1": {
      "value": ""
    },
    "keyword2": {
      "value": ""
    }
  },
  "emphasis_keyword": "keyword1.DATA"
}
```

5.4.3 害虫图像检测

采用GrabCut算法去除前景与背景相似时的背景，图片加载后，害虫会被包围在一个矩形框内，框外的图像则被去除，最终对于害虫进行标记，再利用下式高斯混合模型对前景和背景进行模拟并进行新的像素分布生成^[8]。

$$P(x) = \sum_{k=1}^K p_k N(x|\mu_k, \Sigma k)$$

5.5 系统硬件实现

本系统采用的是多种传感器(温度传感器、湿度传感器、光照度传感器等)监测并自动化调节的方式管理温室大棚,主要连结点是Arduino平台搭载多种传感器进行预警及自动补水、补光等操作,并最终上传数据到云平台,完成云平台与移动端之间的交互,形成可视化界面。

本系统使用了温度、湿度、光照度等传感器,因此相关代码的设计需要整合,传感器主要应用代码如下。

温湿度传感器主要代码如下:

```
void loop()
{
  int val;
  int dat;
  unsigned char i,j;
  val=analogRead(0);
  vall=analogRead(potpin);
  Serial.println(vall);
  Serial.print(DHT.humidity, 1);
  Serial.print(",\t");
  Serial.println(DHT.temperature, 1);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(DHT.temperature);
  lcd.print(DHT.humidity);
  if(vall>4){
    analogWrite(ledpin,200);
  }
}
```

网络连接服务器主要代码如下:

```
void updateTemp(String tempH,String te)
{
  String str="at+cipst=\tcp\","\t";
  str+=IP;
  str+="\",80";
  sendDebug(str);
  delay(2000);
  if(Serial.find("Error"))
  {
    monitor.print("Error");
    return;
  }
  str=GET+"&field1="+tempH+"&field2="+te
  +"\r\n";
```

```
Serial.print("t+cipsnd=");
Serial.println(str.length());
if(Serial.find(">"))
{
  monitor.print(">");
  monitor.print(str);
  Serial.print(str);
}
}
boolean connect4G()
{
  delay(2000);
  String str="at+cwjap=\";
  str+=SSID; str+="\","\t";
  str+=PASS; str+="\","\t";
  sendDebug(str);
  delay(5000);
```

6 结论(Conclusion)

为了顺应农业信息化、产业化发展,开发了基于物联网技术的农业大棚管理装置,实现了远程对农作物的自动化管理,以及诸如土壤温度、湿度和当地气象数据等信息的采集,此外对自动化技术进行了优化和升级,能实时对农作物当前的生长状况进行判断并进行自动化精确处理。此外,增加的虫害管制系统也能对农作物生长期间易滋生的害虫进行及时的上报和处理,保证农作物的安全生产。

参考文献(References)

- [1] 王宣智.基于物联网技术的智慧温室大棚蔬菜种植技术应用探析[J].农业工程技术,2021,41(36):55-56.
- [2] 刘元刚,熊刚.面向设施农业的ZigBee技术在大棚自动化监控系统中的应用与实现[J].热带农业科学,2020(12):97-102.
- [3] 崔发开.物联网技术在农业病虫害监测方面的应用[J].农业工程技术,2022,42(18):28-29.
- [4] 熊刚,胡启迪,马安良,等.基于异构网络的智慧农业环境信息监测系统设计与实现[J].热带农业科学,2022(03):100-104.
- [5] 宋俊慷,黄秀梅,杨秀增.物联网开放平台在智慧农业监测系统中的应用[J].农村经济与科技,2020(18):89-91.
- [6] 付少华,兰壬庚,李伟,等.智慧农业灌溉系统的设计与实现[J].节水灌溉,2022(02):71-74.

(下转第49页)