

赵继春,刘世洪,乔珠峰. 基于 Android 的智能温室环境测控系统研究与实现[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):394-397.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.109

基于 Android 的智能温室环境测控系统研究与实现

赵继春^{1,2}, 刘世洪¹, 乔珠峰^{2,3}

(1. 中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081; 2. 北京市农林科学院, 北京 100097;

3. 北京市农村远程信息服务工程技术研究中心, 北京 100097)

摘要:介绍了基于 Android 移动终端的温室环境信息远程数据采集及智能控制研究和实现方法,探讨使用 JZ4730 微处理器控制无线通信模块 MU736 和现场的无线传感器网络,在移动终端上开发基于 Android 的应用管理系统,实现温室环境信息的智能采集、传输和控制;同时,给出了系统的硬件、软件设计实现方式以及试验的测试效果。系统的主要优势是通过移动终端 APP 方式远程实现监控温室环境信息,打破时间和空间限制,应用方便快捷。

关键词:Android;温室环境测控;无线传感器

中图分类号:S24;TP277.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)03-0394-04

温室环境信息变量的采集、传输和控制对于指导农业生产、提高农业现代化水平具有重要的意义。目前,大多数温室的控制方式是通过短距离的通信方式,将现场的传感器信号采集到控制主机,控制主机与现场的上位机进行通信,通过上位机实现控制信息的回馈调节^[1]。主要的缺点是,管理者一旦离开温室生产现场,无法对温室实现远程控制。移动终端 APP 的控制方式是通过移动通信网络,与现场的无线通信模块进行通信,打破时间和空间的限制,实现远程信息的随时随地查看和控制。本研究通过无线传感器网络(wireless sensor networks, WSN)将温室的传感器信号,包括现场图像、空气温度、土壤温度、空气湿度、二氧化碳浓度、光照度等,高效地传输到远程移动终端。在系统设计的时候充分考虑到了扩展性,根据实际工作的需要,用户可以自由拓展传感器的类型和数量,通过移动终端 APP 软件实现信息的查看和回馈调节,为管理者提供方便、快捷、个性化的管理功能,通过测试完善,系统工作稳定达到了推广应用程度。

1 Android 和无线传感器网络概述及优势

Android 是 1 种开源的操作系统,在嵌入式 Linux 操作系统的基础上发展起来,主要是在移动设备上应用的操作系统,例如常用的平板电脑和智能手机。Android 系统由 4 部分组成:操作系统、用户界面、中间件和应用软件。与苹果操作系统和微软操作系统相比,Android 操作系统的主要优点在于其开放性,开发者平台允许任何移动终端制造厂商加入。目前 Android 系统的市场份额超过了 80%,而苹果操作系统不到 13%,微软嵌入式操作系统不到 4%。同时,Android 系统相对比较廉价,而且工作性能比较高效。基于此,本研究在温室环境测控系统软件开发方面使用 Android 操作系统,应用软

件安装在移动终端上实现温室环境信息的远程随时随地采集控制^[2]。

农业环境信息的获取和传输离不开无线传感器技术,无线传感器网络技术是一种点到点技术,集成了传感器、网路和通信技术^[3-4],由散步的传感器节点和数据汇聚节点组成,节点具有传感、数据处理和网络通信的功能^[5]。根据无线传感器在农业环境中的部署位置不同,可以将传感器分为无线地上传感器网络与无线地下传感器网络。无线地上传感器网络主要是在作物生长的地上空间布置相应的传感器,根据采集信息的需要,合理选择布设的传感器网络结点,实现最优的环境信息采集和传输控制。无线地下传感器网络主要研究点是关于土壤类型、土壤结构与成分、土壤含水率、节点距离、节点埋藏深度、网络拓扑结构、频率与功率范围、路由算法、组网方式等对电磁波多路径传输的最大传输距离、路径损失、含水量测试误差、误码率等方面的影响^[6]。

目前农业环境信息获取和传输系统多为有线方式,布线复杂程度较高,农业环境中布设很多分散的传感器元器件,这些设备会随着作物生长的改变而进行位置改变或者调整,需要做大量的线缆铺设工作,而无线传感器网络具有特有的优越性,减少了大量麻烦的布线工作。本研究通过构建高可靠性的无线传感器通信网络,以实现温室环境数据的高效采集传输^[7-11]。

2 系统整体设计

基于 Android 的智能温室环境测控系统由温室传感器采集控制系统、无线通信网络和移动控制终端组成,温室传感器采集控制系统通过无线传感器网络采集现场的传感器信号,包括图像、空气温度、土壤温度、空气湿度、二氧化碳浓度、光照度等,这些信号以短距离无线通信方式传送给控制主机。温室传感器采集控制系统通过无线通信模块与移动控制终端 APP 系统通信,实现温室环境信息的控制,用户可以根据需求下达指令给控制主机系统,从而控制温室的开窗、风扇和灌溉系统等,也可以预先配置实现对作物的自动监测控制管理。系统总体结构如图 1 所示。

收稿日期:2015-06-09

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2014BAD10B02);北京市科委 2015 科技计划(编号:Z151100002155029)。

作者简介:赵继春(1980—),男,河北承德人,博士,副研究员,主要从事农业信息技术研究工作。E-mail:zhaojichun123@163.com。

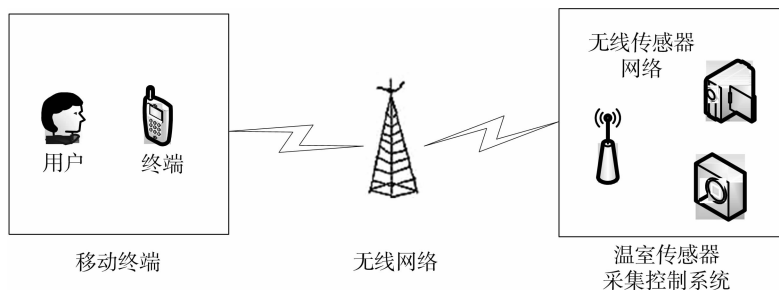


图1 系统总体结构

3 硬件设计

在系统硬件设计过程中,充分考虑到系统扩展性和可靠性,使系统具有较好的抗干扰、故障自动恢复以及较好的输入输出转化能力。系统实现温室环境数据的采集、传输和控制功能。系统的硬件原理如图 2 所示,整个系统的硬件组成包括核心处理器、传感器网络电路、传感器信号接收电路、无线数据通信模块、液晶显示、存储器 SRAM、按键电路和电源等。

主要的硬件组成部分说明如下:(1)核心处理器采用的是 JZ4730,CPU 处理器是 1 个 32 位嵌入式处理器,JZ4730 处理器是君正公司开发的基于 XBurst CPU 微体系架构,CPU 主频可以高达 336 MHz,在处理器上集成了串口、并口、以太网口、USB 接口等丰富的通用外设接口,具有较强的运算和数据处理能力。

(2)传感器网络电路包括温度传感器、湿度传感器、光照传感器以及二氧化碳传感器等,可以根据需要扩展所需要的传感器。这些传感器组成传感器网络通过无线发射芯片

PT2262 传送到控制主机,控制主机通过 PT2272 芯片进行解码接收。温度、湿度传感器分别采用的是 PT100、SA801,光照传感器模块采用 BH1750FVI,二氧化碳传感器模块采用 T6615。图像传感器采用的是 OV511 Camera 芯片,处理器对其具有较好的支持。

(3)无线通信模块采用的是 MU736,该模块是华为公司生产的用于无线数据传输的通信模块,支持各大运营商的移动通信网络,通信模块工作可靠性较高。

(4)串口通信模块采用的是 MAX232,MU736 无线通信模块在与核心处理器连接的时候,MU736 模块采用的电平标准是 RS232,然而核心处理器的电平标准是 TTL 电平标准,因此需要转化模块 MAX232 进行电平的匹配。

(5)液晶显示屏采用的是 ZXM480272,按键电路采用的是 82C79。电源主要采用太阳能电池板进行供电。

(6)控制输出电路采用的是 MOC36,主要目的是通过降低电磁信号的干扰,提高系统的稳定性。

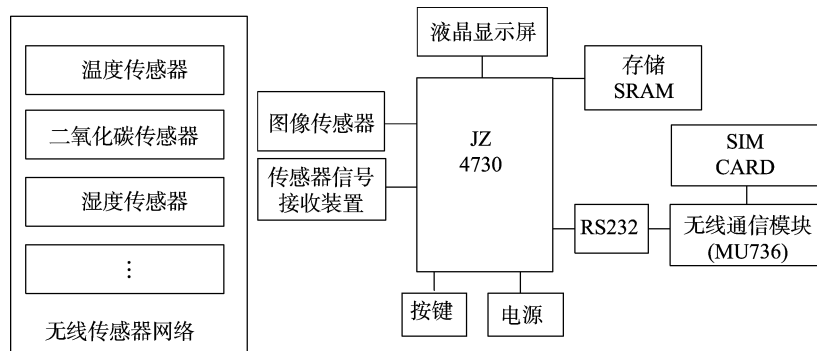


图2 系统硬件原理

4 软件设计

在外围硬件设备软件驱动设计方面,JZ4730 核心处理器对液晶显示屏、按键、串口、USB 接口等具有较好的驱动能力,直接调用相应的底层驱动程序即可。传感器网络信号的采集、图像数据的采集和无线数据的远程传输是软件设计的重要部分。

4.1 传感器网络信息采集

传感器网络信息的采集是通过程序的轮训操作实现的。首先,对传感器网络中的传感器进行初始化,轮训查询传感器节点,当检测到测量信息时,开始传感器数据的采集接收,当程序检测没有测量信息时,传感器节点地址加 1,也就是检测下一个传感器节点是否需要数据信息采集。当一个传感器信息数据接收完成后,开始检测下一个传感器节点。传感器网

络信息采集软件实现流程如图 3 所示。

4.2 图像传感器数据采集

图像传感器采用 OV511 芯片,在 Linux 嵌入式操作系统下进行视频图像采集。首先在 Linux Kernel 中添加关于模块驱动程序支持,接下来编写图像数据采集程序,通过嵌入式系统 Video4Linux 模块提供的程序接口从图像传感器 OV511 设备中获取图像帧。图像传感器数据采集流程如图 4 所示。

图像传感器数据采集实现的核心代码如下:

```
for (Sframe = 0; Sframe < vidbuf. sensor frames; Sframe +
+ ) {
    mapbuf. frame = Sframe;
    if (ioctl( cam, ImageCMCAPTURE, &mapbuf) < 0) {
        perror( "ImageCMCAPTURE" );
        exit( -1 );
    }
```

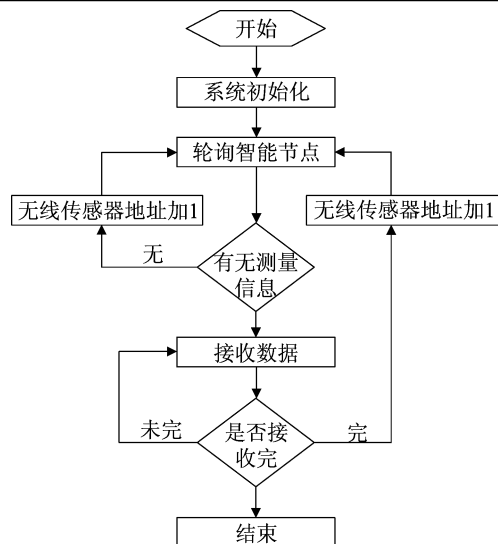


图3 传感器网络信息软件采集流程

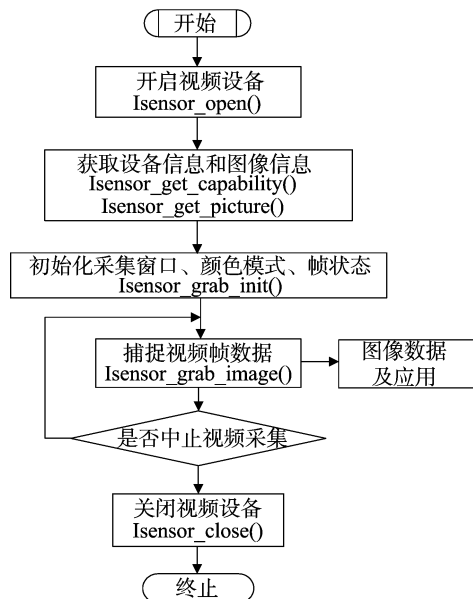


图4 图像传感器图像采集流程

```

}
frame = 0;
while (1) {
i = -1;
while(i < 0) {
i = ioctl( cam, ImageCSYNC, &Sframe );
if(i < 0 && errno == EINTR) continue;
break;
}
buf = bigbuf + vidbuf.offsets[ Sframe ];
mapbuf.frame = Sframe;
if (ioctl( cam, ImageCMCAPTURE, &mapbuf) < 0) {
perror( "ImageCMCAPTURE" );
exit( -1 );
}
Sframe ++;
}

```

```

if (frame >= vidbuf.frames) Sframe = 0;
}

```

4.3 无线数据传输控制

无线通信模块 MU736 与核心处理器 JZ4730 采用的是串口的连接方式,主要是通过对网络套接字的编程实现传感器信号的传输。无线数据传输实现的原代码核心部分如下:

```

if ((MD = open("Idata", O_RDWR, 0A77)) > 0)
len = read(MD, buff, 46000);
printf("Image = %d\n", len);
open_mcom(76800); // 打开串口操作
init_timer(); // 初始化定时去操作
Iframe = sys_mstime();
printf("The time: %d ---- Iframe = %d\n", ii, Iframe);
init_lilib(); // 初始化图像处理库
printf("init_lilib\n");
m = init_MU736(); // 初始化无线通信模块 MU736
if (m == 0)
printf("init_MU736 OK m = %d\n", m);
else if (i == -1)
printf("init_MU736 fault m = %d\n", m);
printf("send over Image = %d\n", Image);
m = send_Image((u_char *) "SIM Number", (u_char *) "test", Mlen, buff);
printf("send over i = %d\n", i);
return 0;

```

5 移动端 APP 控制系统开发

移动端开发采用的是基于 Android 操作系统,集成开发环境采用的是 Myeclipse,程序设计语言为 Java,数据库采用的是 MySQL。在开发设计过程中,充分考虑系统的扩展性以及人机交互界面的友好性。系统的主要功能模块包括 APP 前端数据展示系统、APP 管理设置系统和历史数据查询功能,前端展示系统主要是进行监控数据的展示,包括温度、湿度、二氧化碳、光照度以及图像数据,同时还有传感器的开关控制功能。APP 管理设置系统主要是设置温室现场环境的阈值,历史记录查询主要是查询历史监控的温室环境数据。功能结构如图 5 所示。移动终端 APP 原型页面如图 6 所示。

6 应用与讨论

基于 Android 的智能温室环境测控系统开发完成后,在北京市密云县实验温室进行了应用测试,在温室内部署了图像传感器、温度传感器、湿度传感器和二氧化碳传感器,利用移动终端 APP 软件远程监测并调控温室的环境。表 1 记录了温室二氧化碳气体的采集与调控数据,随着白天时间的推移,温室的光合作用加大,温室内二氧化碳的气体量减少。在 11:00,二氧化碳的浓度降为 260 mg/L,小于预设的阈值,此时系统远程自动开启二氧化碳自动发生器装置。在 14:00,由于开启二氧化碳发生器产生作用,此时二氧化碳的浓度达到 550 mg/L,启动通风窗,降低二氧化碳浓度,同时起到降低温室内温度作用。测试结果表明,该系统工作稳定,传感器的现场信号数据能够通过现场无线数据传输模块传送给 JZ4730

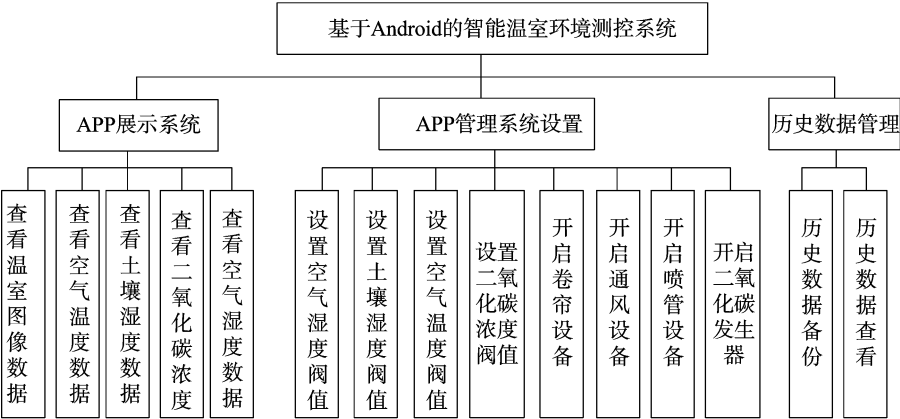


图5 移动终端 APP 功能结构



图6 移动终端 APP 原型页面

表 1 温室 CO₂ 数据采集与调控

时间	CO ₂ 浓度 (mg/L)	阈值设置 (mg/L)	通风扇	二氧化碳发生器
07:00	530	300 ~ 500	关闭	关闭
08:00	460	300 ~ 500	关闭	关闭
09:00	430	300 ~ 500	关闭	关闭
10:00	320	300 ~ 500	关闭	关闭
11:00	260	300 ~ 500	关闭	开启
12:00	460	300 ~ 500	关闭	关闭
13:00	250	300 ~ 500	关闭	开启
14:00	550	300 ~ 500	开启	关闭
15:00	290	300 ~ 500	关闭	开启
16:00	580	300 ~ 500	开启	关闭
17:00	560	300 ~ 500	开启	关闭

处理,然后再通过 MU736 移动通信模块传输给远程的移动手机终端,同时移动终端可通过 APP 软件有效地调控现场设备,达到了预期设计效果。

7 结论

本研究开发了基于 Android 的智能温室环境测控系统,通过无线传感器网络传输温室的传感器信号,将现场图像、空气温度、土壤温度、空气湿度、二氧化碳浓度、光照度等高效地传输到手持移动终端软件;同时实现信息的回馈控制,采用基于移动终端的控制方式,打破时间和空间的限制,管理者可以随时随地查看和管理温室环境数据。该系统已经开始正式应用,并取得了一定成效。随着应用的深入,将进一步开展智能分析研究,利用积累的历史数据进行数据分析,为管理者提供便捷的种植决策服务。

参考文献:

[1]袁小平,徐江,侯攀峰. 基于物联网的智慧农业监控系统[J]. 江苏农业科学,2015,43(3):376-378.
[2]周琴. 无线传感器网络 MAC 协议的研究[J]. 湖北生态工程职业技术学院学报,2012,2:57-60.
[3]孙忠富,曹洪太,李洪亮,等. 基于 GPRS 和 WEB 的温室环境信息采集系统的实现[J]. 农业工程学报,2006,22(6):131-134.
[4]崔莉,鞠海玲,苗勇,等. 无线传感器网络研究进展[J]. 计算机研究与发展,2005,42(1):163-174.
[5]贾晓,王成,乔晓军,等. 大田灌溉系统终端驱动及触摸式人机界面[J]. 农业工程学报,2008(增刊2):133-137.
[6]高百惠,张长利,王欢,等. 基于 ZigBee 技术的食用菌栽培环境监控系统研究[J]. 农机化研究,2013,35(11):99-102.
[7]刘彤,贺宏伟,李尧,等. 基于 Android 平台的家庭植物工厂智能监控系统[J]. 农机化研究,2015(4):197-202.
[8]郭文川,程寒杰,李瑞明,等. 基于无线传感器网络的温室环境信息监测系统[J]. 农业机械学报,2010(7):181-185.
[9]石繁荣,黄玉清,任珍文,等. 自适应 Tree-Mesh 结构的大棚无线监测网络设计[J]. 农业工程学报,2013,29(5):102-108.
[10]赵春江,吴华瑞,朱丽. 基于 ZigBee 的农田无线传感器网络节能路由算法[J]. 高技术通讯,2013,23(4):368-373.
[11]屈利华,赵春江,杨信廷,等. Zigbee 无线传感器网络在温室多源数据采集系统中的应用综述[J]. 中国农机化,2012(4):179-183.