

陈大鹏,毛罕平,左志宇. 基于 Android 手机的温室环境远程监控系统设计[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):375-379.

基于 Android 手机的温室环境远程监控系统设计

陈大鹏,毛罕平,左志宇

(江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室,江苏镇江 212013)

摘要:针对温室环境参数远程监控的需要,结合嵌入式技术和 3G 通信技术,提出一种以 Android 手机为温室环境参数信息实时监测和控制平台的方案。首先给出了系统的整体设计,再具体设计各模块,编写在 Android 手机上运行的温室环境远程监控软件,同时在设计中加入智能监控专家库系统,应对用户未进行远程监控的情况。结果表明:该系统工作稳定,远程信息获取实时性好,控制指令执行正常。

关键词:温室;Android 手机软件;远程监控;数据采集;智能监控

中图分类号: TP311;S625 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0375-04

温室种植业作为现代农业的一种重要形式,越来越受到人们关注。现代温室的主要特征是在温室环境监测与控制系统的设计上引入了传感器技术、嵌入式技术、有线和无线通信等技术。温室环境监控是通过改变温室内部环境因子(温度、湿度、光照强度等)来获得作物最适宜的成长发育环境。早期的温室环境监控系统主要是以本地监控为主,其监控终端主要是依靠本地计算机进行,另一部分温室环境监控通过无线的方式进行,包括短距离的蓝牙、Zigbee 网络、Wi-Fi 等和远程的 2G 网络、GPRS 网络等通信方式^[1-4]。Android(安卓)是 Google 公司于 2007 年宣布的基于 Linux 平台的开源手机操作系统的名称,该平台由操作系统、中间件、用户界面、应用软件组成^[5]。Android 平台的开放性促进了软件技术的创新,同时其采用的四分层框架结构使应用软件开发具有强大的灵活性、稳定性、可扩展性。本研究以当前市场占有率高且易于操作的 Android 手机作为移动客户端,编写温室环境远程监控软件,并结合 3G 网络与嵌入式系统交换数据,实现温室环境参数信息和视频影像信息的实时获取和远程控制,以期使用户可以远程监控温室内植物的生长发育。

1 系统构建方案

系统设计目标为用户使用 Android 手机可以通过 3G 网络远程监控多个温室。系统设计分为硬件和软件 2 部分,硬件部分主要由核心模块、数据采集模块、视频采集模块、控制执行模块、3G 网络模块、Android 手机远程监控模块等构成;软件部分由 Android 手机应用软件、Linux 系统、专家库系统

等构成。系统总体设计如图 1 所示。

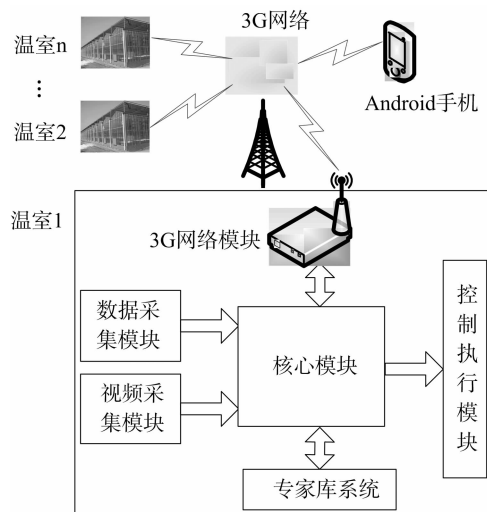


图1 系统总体设计

核心模块是整个系统的数据处理中心,承担系统内数据的交换、编解码、控制、存储等职责。核心模块控制系统工作流程见图 2。数据采集模块可感知环境参数的变化,所采集信息经短距离无线传输协议传输到核心模块上处理,主要采集温度、空气湿度、土壤含水率、光照强度、CO₂ 浓度等温室环境参数信息;视频采集模块由监控摄像头采集视频信息,数据也被传输到核心模块上处理。控制执行模块用于响应系统的控制指令,通过控制温室内部设备工作改变环境参数。3G 网络模块是实现远程监控的桥梁,用于移动客户端和核心模块之间的数据交换。

Android 手机远程监控模块结合 3G 网络模块的工作方式,是当用户在 Android 手机上打开温室环境远程监控软件时,系统处于用户模式下,软件可以由 3G 通信模块实时获取采集到的温室环境参数信息和视频信息,并呈现给用户,即实现远程监测功能。用户获取信息后,可通过软件发出控制指令,指令经 3G 网络传输到核心模块处理,处理后的指令被发送到控制执行模块,温室内相应设备工作后可改变温室环境参数,即实现远程控制功能。

系统中加入了专家库系统,用于处理用户未开启温室环

收稿日期:2013-04-01

基金项目:国家自然科学基金(编号:61233006);江苏省科技支撑计划(编号:BE2012390、BE2011338);江苏省高校自然科学基金项目(编号:10KJA210010);江苏省“333”高层次人才培养工程项目;江苏省农机三项工程项目(编号:NJ2012-12);江苏省农业装备与智能化高技术研究重点实验室项目(编号:BM2009703);江苏省高校优势学科建设工程项目(编号:苏财教[2011]8号)。

作者简介:陈大鹏(1989—),男,安徽阜阳人,硕士研究生,主要从事设施农业环境控制技术研究。E-mail:602365849@qq.com。

通信作者:毛罕平,教授,主要从事现代农业装备和设施农业环境控制技术研究。E-mail:maohp@ujs.edu.cn。

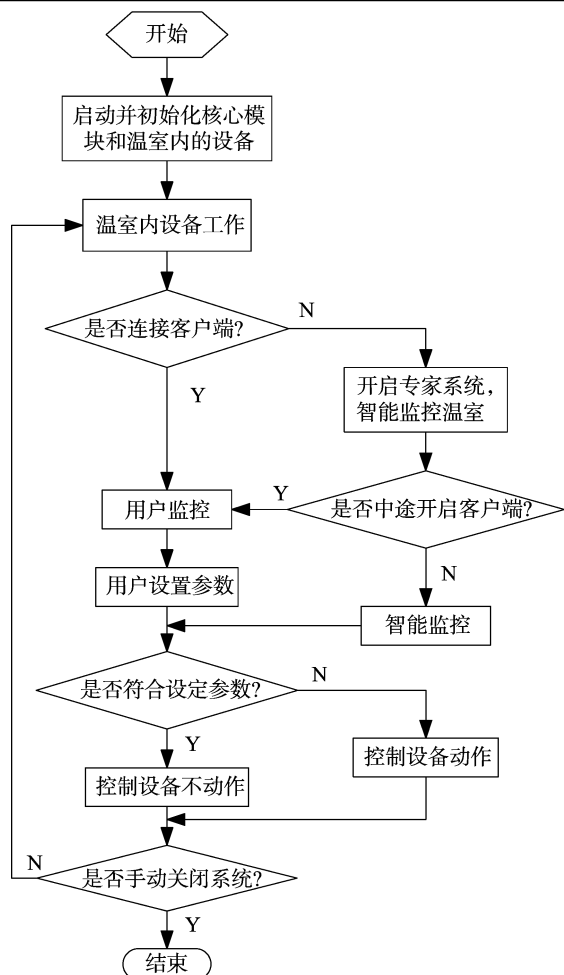


图2 核心模块控制系统工作流程

境远程监控软件的情况,此时系统自动转移至智能监控模式,从而达到无人值守的目标。最后在核心模块外围加入 SQLite 数据库、LCD 面板等设备,以便对环境数据储存和系统工作状态进行控制。

2 系统硬件设计

2.1 核心模块

核心模块基于 ARM LPC4350 开发板移植裁剪的 Linux 系统构建。ARM LPC4350 是采用 ARM Cortex-M4 和 Cortex-M0 双核架构的非对称数字信号控制器,工作频率达到 204 MHz。开发板的硬件资源包括 2 块 1 MB 的大容量 Flash 存储器、1 个 264 kb 片内 SRAM、1 个 LCD 控制器、1 个 10/100 M Ethernet MAC 控制器、1 个 SPI 控制器、1 个 4 线 SPI Flash 接口、2 个支持快速+模式的 I2C 接口、2 个高速 USB 2.0 控制器、2 个支持 DMA 的 I2S 接口、4 个 UART 接口、2 个 A/D 转换器(高 10 位分辨率,转换速率 400 kHz)和 1 个 SD 卡接口,用于连接各种外围设备。

ARM 开发板上移植裁剪的 Linux 2.6.36 版本操作系统,用于对 ARM 核心板操作,同时载入串口驱动、UART 驱动、USB 接口驱动等驱动,协调系统各模块之间正常工作,方便用户通过 LCD 面板对系统的控制。

2.2 数据采集模块

数据采集模块包括 Zigbee 通信和传感器选取 2 个部分,须要采集的温室环境参数有温度、湿度、土壤含水率、光照强度、CO₂ 浓度等。

Zigbee 通信方式是一种近距离、低功耗、低成本、低速率、高可靠性的双向无线通信技术,工作频段为无需注册的 2.4 GHz,数据传输速率为 10 ~ 250 kb/s,传输距离 10 ~ 100 m,网络的自组织、自愈能力强,通信可靠^[6],可以很好地解决温室内布线带来的问题。图 3 是 Zigbee 模块通信示意。

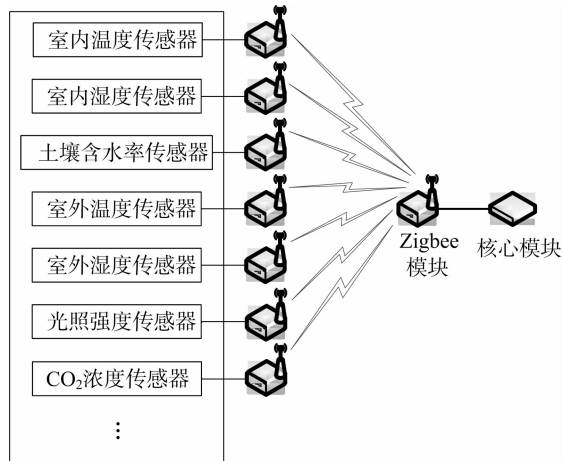


图3 Zigbee模块通信示意

在温室内,可以把传感器与基于 CC2530 芯片的 Zigbee 模块连接,采集到的数据由 Zigbee 协议发送到连接在核心模块上的 Zigbee 模块,交由核心模块处理。温度、湿度传感器选用 AM2302,其测温范围为 -20 ~ 80 ℃,精度为 ±0.5 ℃,测湿范围为 0.1% ~ 100% RH,精度为 ±2% RH;土壤含水率测定选取 FDR 型土壤湿度传感器,精度为 ±3%,符合设计要求。

2.3 视频监控模块

视频信息由 USB 摄像头采集,在摄像头内部将数据编码为 MPEG-4 格式,采用 RTP(real-time transport protocol) 协议将数据传输到核心模块中压缩处理,之后发送到 3G 通信模块,经 3G 网络将视频流传给 Android 手机上的应用软件接收解码查看,即可实现实时数据流(RTSP)传输。远端用户通过 Android 手机可观察到温室内的实时影像信息。

视频信息的采集选用基于 OV511 芯片的网眼 3000CMOS 摄像头,该摄像头采集的视频信息可被 Linux 系统公开支持,不须额外编写摄像头驱动程序^[7]。使用时在 Linux 系统中载入摄像头驱动即可。

2.4 3G 网络通信模块

为实现对温室环境信息的远程无线监控,且要完成包括视频信息在内的大数据量传输,本系统选用 3G 网络来实现客户端和核心模块的数据交换^[8-9]。我国使用的 3G 通信标准有 3 种,即 WCDMA、TD-SCDMA、CDMA2000,这 3 种通信方式都能应用到本系统中,实现 Android 手机与嵌入式系统的无线通信。但在应用 3G 网络进行远程无线数据传输时,由于 3G 发展水平和基站建设数量的限制,相对偏远的温室存在信号弱和信号阻挡问题。从表 1 可见,在 3 种标准中,WCDMA 数据传输的最大上行、下行速度最快,同时其数据传

输容量较大,在国内覆盖率较高,故选取中国联通公司的 WCDMA 作为本设计的 3G 通信标准。

表 1 3 种通信标准的最大上行、下行速率对比

标准类型	上行速率 (Mb/s)	下行速率 (Mb/s)
WCDMA	5.8	14.4
TD-SCDMA	0.4	2.8
cdma2000	1.8	3.1

客户端 Android 手机与核心模块的通信方式是在 Android 手机上使用中国联通公司的 3G 卡,同时在核心模块外围加入华为技术有限公司的 EM820w 模块,此模块采用 USB 接口通信,支持 Linux 系统,内置 TCP/IP 协议,最大上行、下行速率分别为 6、21 Mbps,可很好地满足系统对无线通信的需求。

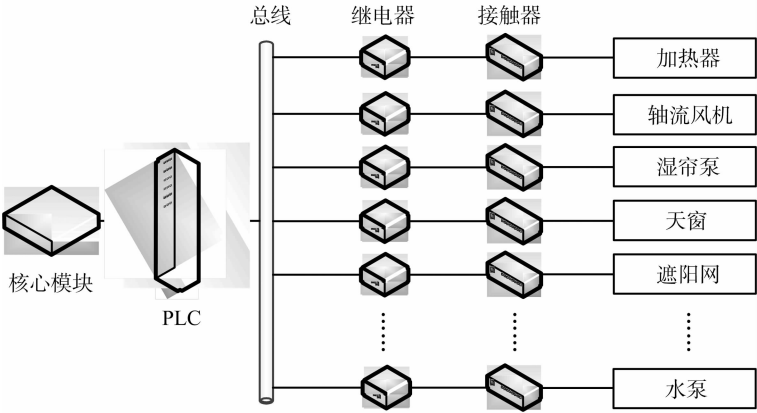


图4 控制执行模块工作示意

3 系统软件设计

3.1 客户端应用软件

客户端应用软件即编写在 Android 手机上运行的温室环境远程监控软件。编写 Android 手机应用软件是实现远程监控和人机交互的关键^[10]。首先在计算机上搭建 Android 开发平台,接着打开 Eclipse 软件编写 Android 应用软件,软件编写步骤是:(1)建立 aap(Android Application Project)项目;(2)配置 View(视图)的多种.xml 信息,包括 TextView(文本框)、EditText(编辑框)、ListView(列表)、Button(按钮)等;(3)在.java 文件中编写主程序,采用分层结构,并使用编写软件提供的接口进行编写,设置 Activity Manager 用于管理应用程序的生命周期,使用 Intent 进行程序之间的跳转和传递数据,设置 Broadcast Receiver 用来注册和监听 Android 系统本身所发出的事件,Service 是由特定的 Activity 或 Context 对象调用的后台服务,使用 Content Providers 使程序之间交换和共享数据,对于视频信息须要使用 Resource Manager 在程序中访问图片、声音、视屏、字符串、布局文件等下载资源;(4)在 AndroidManifest.xml 文件中注册,取得相应权限;(5)把生成的.apk 文件下载到 Android 模拟器上运行调试;(6)调试成功后将.apk 文件下载到手机,连接 3G 网络进行实际工作测试。

3.2 客户端与核心模块通信

客户端与核心模块的通信是用户调控温室环境参数的主要方式,二者通过 WCDMA 网络交换数据。Android 手机与服

在 EM820w 模块上也使用中国联通公司的 3G 卡,客户端应用软件就可与核心模块之间实现 3G 网络通信。在温室环境远程监控软件中输入对应不同温室的 3G SIM 卡号码,即可实现 1 部 Android 手机分时监控多个温室的目的。

2.5 控制执行模块

用户通过温室环境远程监控软件发出参数信息修改指令后,指令经 3G 模块接收并传送到 ARM 中处理,再发送给可编程逻辑控制器(PLC),PLC 通过控制电磁继电器和接触器的通断来控制温室内设备运行。以温度控制为例,降温控制可通过使用轴流风机工作强制通风,开启湿帘泵系统和使用遮阳网等措施。升温控制可通过关闭门窗,开启室内加热器和室内热水循环等方式。环境参数满足用户设定后,相应设备停止运行。控制执行模块工作如图 4 所示。

务器的通信方式主要有 2 种,即 Http 通信和 Socket 通信,两者的数据交换模式不同。Http 通信使用的是“请求-响应方式”,即在请求时建立连接通道,当客户端向服务器发送请求后,服务器端才能向客户端返回请求的数据。Socket 通信又称套接字通信,是在双方建立起连接后就可以直接进行数据传输的通信方式,Socket 通信的主要特点有数据丢失率低、使用简单且易于移植。本设计采用 Socket 通信方式在客户端和核心模块中发送和接收数据。Socket 通信的通信模型如图 5 所示。

Android 手机使用 3G 网络通信时,会随机获取一个本地 IP 地址,用于和外界交换信息的地址标示,因此客户端和核心模块交换数据,就要先获得交换对象的 IP 地址。使用中国联通公司的 3G SIM 卡时,会有一个固定的电话号码,在客户端软件中加入通过电话号码获取本机 IP 的程序,同时在核心模块的 Linux 系统中也载入一个由电话号码获取 IP 地址的软件,客户端和核心模块彼此获取对方的 IP 地址后,即建立连接,两者可以按照 Socket 通信模式通过 3G 网络交换数据。由 TCP 方式实现 Socket 通信的流程如图 6 所示。

3.3 客户端软件测试

客户端软件测试对象为江苏大学生物机电工程研究院智能化玻璃温室实验室。在使用时将客户端连接 3G 网络,进入软件,输入操作对象号码,按下获取核心模块 IP 地址按键,即可与温室内的核心模块建立连接,温室环境参数信息显示在客户端界面上(图 7)。通过环境参数按键可实时获取温室

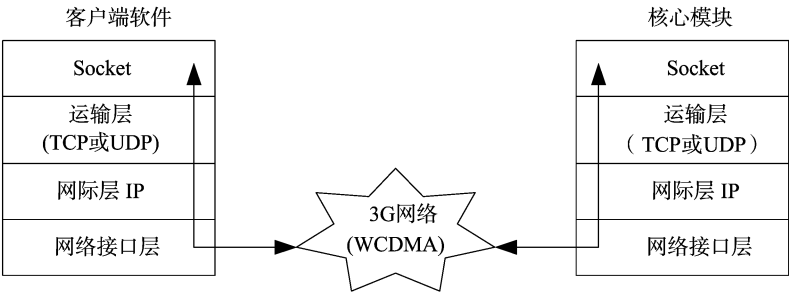


图5 Socket通信的通信模型

内外环境参数信息。同时可按设置参数按键,进入参数修改界面,发出指令使温室内设备运行。该软件还可获取温室所在地的天气预报,便于用户对温室外部环境的预测。按下存储参数按键,进入数据存储在查看界面,将获取的参数信息以文本格式保存在手机SD卡中,便于查阅历史记录。按下视频监控按键,可看到温室内的实时影像信息,对于视频解码错误和视频不流畅的问题,采用丢帧管理机制来处理。客户端视频监控如图8所示。

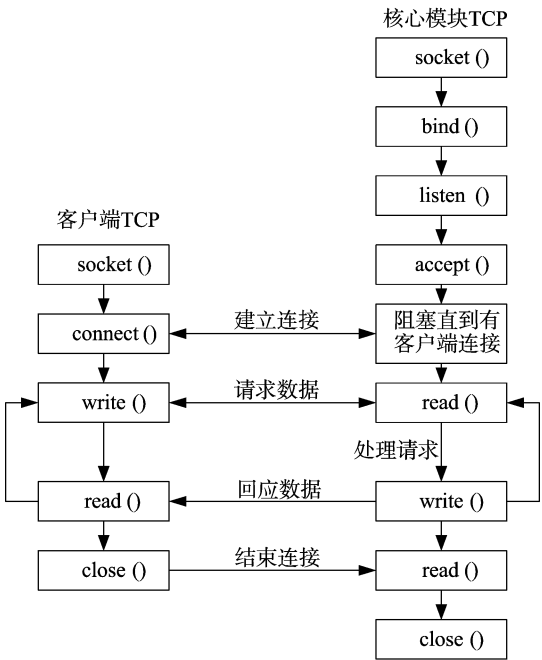


图6 TCP方式实现Socket通信流程



图8 客户端视频监控

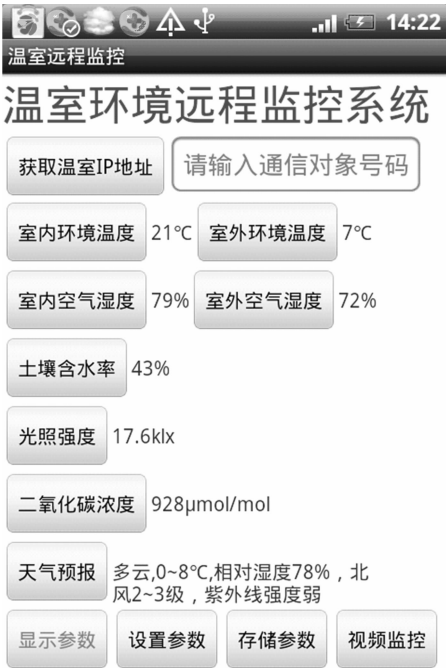


图7 客户端软件操作界面

3.4 智能监控和SQLite数据库

用户在不进行远程监控时,温室环境参数的变化须要专家系统智能控制。具体步骤是核心模块定时调取专家系统中设定的环境参数,将其与检测到的温室环境参数进行比较,如果不符合设定范围,系统则按照设定参数自动输出控制信号启动相应设备,直至满足设定参数,设备停止工作。智能监控还可以处理一些紧急情况并向用户报警,如火灾、非法入侵等事件。嵌入式系统处理的信息会自动储存在SQLite数据库中,SQLite数据库会对每次记录的数据进行保存和整理,以便用户查询。

罗渊明, 卢泽民, 朱咏莉. 机械扰动富营养水体溶解氧推动力及其数值模拟[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(9): 379–382.

机械扰动富营养水体溶解氧推动力及其数值模拟

罗渊明, 卢泽民, 朱咏莉

(江苏大学现代农业装备与技术教育部重点实验室, 江苏镇江 212013)

摘要:选取 3 种结构相似、倾角和盘面比不同的机械扰动桨叶, 安装在 3 个体积、初始状态相同的试验水池中, 在相同的工况下研究其溶氧量和动力学情况。经过 47 d 后, 试验水池的溶氧量相对稳定, 稳定后的表层溶氧量平均为 6.4、7.1、9.6 mg/L, 底层溶氧量平均为 6.2、6.9、9.5 mg/L; 空白水池的表层和底层溶氧量为 5.6、5.3 mg/L。应用 Fluent 软件对水体运动状态进行数值模拟, 并用流速仪进行验证。结果表明, 溶解氧的推动力来源于富氧水和贫氧水的相互交换, 交换速度越快的桨叶获得的溶解氧越多。

关键词:机械扰动; 富营养化; 溶解氧; 推动力; 数值模拟

中图分类号:TP725; X824 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2013)09-0379-04

溶氧量是反映水质情况的重要指标, 水生动植物和好氧微生物须在溶氧量适宜的情况下才能生存。水体富营养化状态下, 由于藻类暴发生长导致水体溶氧量过低, 水中的水生生物发生呼吸困难, 甚至死亡, 同时厌氧菌繁殖, 有机物因腐败而使水体变黑、发臭, 影响生态环境, 破坏生态平衡; 同时, 对水产养殖、旅游业、人体健康具有危害^[1-2]。水体富营养化治理是一个难题, 目前改善的方法有物理、化学、生物 3 种方法, 物理方法包括底泥疏浚、人工增氧、加速水体循环^[3]等; 化学方法包括化学药品杀藻、凝聚沉降^[4]等; 生物方法包括放养

食用藻类的水生动物^[5]、人工湿地处理技术^[6]等。就物理方法来说, García 等在高藻塘中应用桨叶轮来提高塘内氧的浓度, 促进有益微生物的生长, 改善水体富营养化^[7]。饶勇等通过底层曝气和机械扰动进行试验, 结果表明, 这 2 种方式均能够增加水体中溶氧量, 降低水中氮、磷、COD 含量, 且溶氧量越高, 富营养化改善效果越明显^[8]。与大功率曝气和机械增氧 ($>5 \text{ kW/hm}^2$) 不同的是, 以上方法输入功率极低 ($<0.2 \text{ kW/hm}^2$), 理论上是通过水体缓慢运动, 将水体底层贫氧水和表层富氧水进行交换, 达到增氧的目的, 但溶氧量和水体运动关系不确切。蒋文清研究了流速对水体富营养化的影响, 初步验证了发生富营养化的临界流速的存在, 高于或低于临界流速都不会发生水体富营养化, 但同样没有研究溶氧量和水体运动的关系^[9]。依据双膜理论^[10], 空气和水两相接触, 接触面附近存在气膜和液膜, 氧以分子扩散的形式通过两膜产生溶解氧, 其含量高低取决于分子扩散速度。溶氧量推动力使可溶组分和溶液之间形成分压差, 同时使滞留膜的厚

收稿日期: 2013-02-28

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 40901112)。

作者简介: 罗渊明 (1988—), 男, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 主要从事农业生物环境与能源工程研究。E-mail: may163456@163.com。

通信作者: 卢泽民, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事农业工程装备研究。E-mail: luzm@ujss.edu.cn。

4 结语

本设计构建了一种通过 Android 手机软件对温室环境远程监控的方案, 使用 NXP 最新嵌入式 LPC4350 开发板, 移植 Linux 2.6.36 操作系统, 借助 3G 网络强大的无线数据传输能力, 进一步解决了温室远程监控无线数据传输量小的问题。实践表明, 客户端软件与核心模块数据交换可靠; 客户端界面操作方便, 获取温室环境信息实时性好, 视频信息清晰, 发出控制指令后温室内设备运行正常, 温室环境参数可被调控, 且应用在 Android 系统上的客户端软件易于推广。本设计提高了用户对温室环境变化控制的实时性, 有利于实现温室无人值守的目标, 促进了智能化温室发展。同时此方案可作为物联网远程监控发展的一部分, 被运用于现代设施农业的其他领域。

参考文献:

[1] 李莉, 张彦娥, 汪懋华, 等. 现代通信技术在温室中的应用[J]. 农业机械学报, 2007, 38(2): 195–200.

[2] 杜尚丰, 李迎霞, 马承伟, 等. 中国温室环境控制硬件系统研究进展[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 7–12.

[3] 左志宇, 毛罕平, 李俊. 基于 Internet 温室环境控制系统研究设计[J]. 农机化研究, 2003, 4(4): 104–107.

[4] 赵伟, 孙忠富, 杜克明, 等. 基于 GPRS 和 WEB 的温室远程自动控制系统设计与实现[J]. 微计算机信息, 2010, 26(31): 20–22, 11.

[5] 仲元昌, 王靖欣, 胡江坤, 等. Android 内核移植及在远程监控中的应用[J]. 重庆理工大学学报: 自然科学版, 2011, 25(1): 102–106.

[6] 张晓东, 李秀娟, 张杰. 基于 ARM 的嵌入式远程监控系统设计[J]. 现代电子技术, 2008, 31(6): 22–23.

[7] 劳风丹, 余礼根, 滕光辉, 等. 设施农业 3G + VPN 远程监控系统的设计与实现[J]. 中国农业大学学报, 2011, 16(2): 155–159.

[8] 曾桂根, 吴霜. 基于嵌入式 Linux 的 3G 接入方案的设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(9): 193–196, 200.

[9] Song X Q, Zhou D S. Development and research of application based on android platform[J]. Software Guide, 2011, 10(2): 104.

[10] 耿东久, 索岳, 陈渝, 等. 基于 Android 手机的远程访问和控制系统[J]. 计算机应用, 2011, 31(2): 559–561, 571.