

聂琼,时忠明,陶杰. 基于MC9S12XS128MAA的温室远程监控系统设计与实现[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):409-413.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.127

# 基于MC9S12XS128MAA的温室远程监控系统设计与实现

聂琼,时忠明,陶杰

(苏州农业职业技术学院,江苏苏州 215008)

**摘要:**针对传统小型温室大棚规模化、智能化、远程化管理改造的需要,运用无线Wi-Fi、因特网VPN技术,并采用Freescale公司的MC9S12XS128MAA微控制器作为本地客户端核心芯片,构建了分散小型温室大棚远程异地监测和控制的硬件系统。此外,重点阐述了系统客户端的硬件、系统数据传输协议、系统上位机软件的设计与实现。该系统建构简单、操作方便,在实现了农业现代化和减少劳动力成本的同时提高了经济效益,为小型温室或大棚的异地远程监测与控制提供了支持。

**关键词:**MC9S12XS128MAA;Internet VPN;Wi-Fi;远程监控;温室大棚

**中图分类号:**TP277.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)05-0409-04

随着经济收入的提高,人们对蔬菜、水果的需求也不断提高,因此反季节蔬菜、水果的温室大棚种植技术也得了迅速推广和广泛应用。传统农业蔬菜温室大棚种植多以村镇散户为主,采用人工采集和调节大棚的温度、湿度、光照度、CO<sub>2</sub>浓度等相关参数<sup>[1]</sup>。但存在受地域限制、无法实时监控调节、耗费费用,大棚内植物生长的各种参数不达标,对蔬菜大棚的作物成活率、病虫害、总产量都有一定影响等缺点。此外,近些年农村劳动力大量涌入城市,在农村真正从事农业种植的人越来越少,使得人力成本越来越高。针对该类温室大棚重要参数的测控要求,运用计算机技术、无线Wi-Fi技术、单片机技术、以太网VPN技术,能实现远程异地监测和控制。并且也可以实现对多个单个小型农业蔬菜温室大棚的集中管理,另外,无线技术和以太网VPN技术的应用,能最大程度上减少数据传输的硬件线路铺设成本,实现远程监控。这样的监控系统可提高时间利用率、减少劳动力成本、提升材料有效使用率,从而提高生产效率,增产增值。

## 1 系统模块以及网络架构设计

系统由3大块构成:本地客户端、异地控制端以及因特网传输介质。本地客户端由本地数据采集终端(传感器和单片机)、本地无线Wi-Fi传输模块以及路由器等几部分组成。异地控制端由PC、NOTEBOOK、手机、PDA等控制机、路由器、上位机软件等以及服务器几部分组成。

本地客户端数据采集终端的相关设备有传感器和单片机,安装在大棚内部,具体数量可根据大棚尺寸适当增减。路由器以及无线接入点AP的数量可以依据实际信号的强度来决定。传感器负责大棚内环境参数数据的采集和转换。如:温湿度、光照度、CO<sub>2</sub>浓度等。传感器模块经A/D模块转换

后进入MCU处理器,MCU再将这些重要参量通过232串口发送给RM04串口转Wi-Fi模块,通过连接模式的正确设置将Wi-Fi模块连接至无线路由器,无线路由器连接到因特网。

在异地控制端,PC、NOTEBOOK、手机、PDA等控制机直接连到无线路由器,无线路由器同样连接到因特网,两边的路由器通过因特网组成的VPN,即虚拟专用网络来实现客户端采集数据和异地控制端的控制数据的传输和接收。

这样,异地控制端的上位机可对各传感器节点采集到的环境参数进行汇总和整理,并在手机和PC软件显示界面显示。用户可在手机或者PC机上设定各类环境参数的阈值,当采集到的数据超出上下限时,会发出报警信号并向本地客户端对应的控制子系统发送相应的控制命令,对大棚中的相应执行装置进行控制,从而实现异地远程控制温室大棚环境参量的目的。而服务器的作用,则是将所有数据进行存储,方便后续查询。系统模块以及网络架构设计如图1所示。

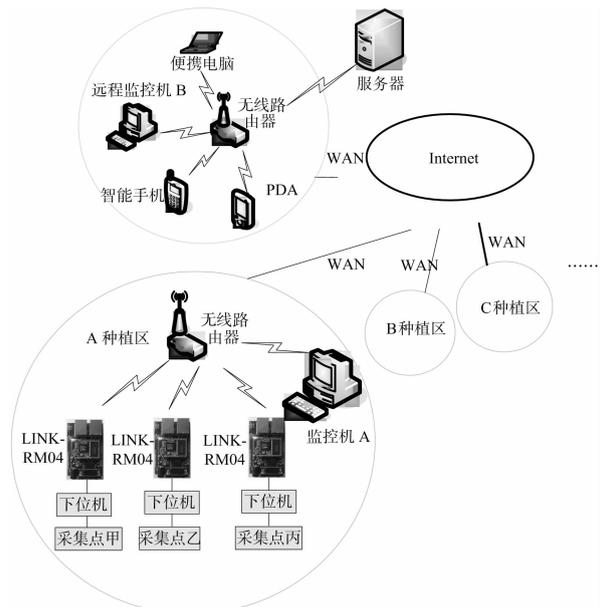


图1 系统模块以及网络架构设计框图

收稿日期:2014-06-10

基金项目:苏州农业职业技术学院青年教师科研能力提升计划资助项目(编号:PPN201212)。

作者简介:聂琼(1981—),女,江苏苏州人,硕士,讲师,从事电子信息工程及农业生产控制研究。E-mail:nq10224@126.com。

## 2 本地客户端硬件设计

本地客户端硬件部分包括传感器、微控制器、执行机构3部分。传感器主要有温湿度传感器、光照度传感器、CO<sub>2</sub>传感器和土壤水分传感器。相对应的执行机构有温度控制系统、光照控制系统、LCD显示系统、通风系统、土壤灌漑系统和报警系统。以 FreescaleMC9S12XS128MAA 微控制器为核心,实现数据的采集、分析处理、启动无线模块传输数据、执行机构控制等功能。本地客户端硬件设计的具体框图如图2所示。

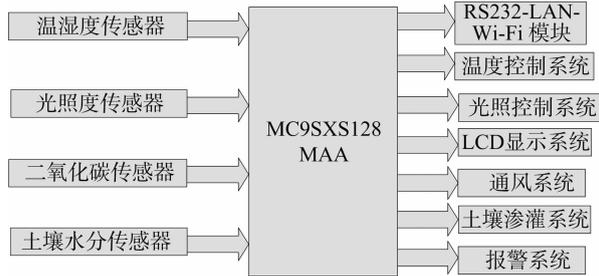


图2 本地客户端硬件设计框图

### 2.1 MCU 硬件设计

系统本地客户端核心处理器选择 Freescal 公司 S12 系列的 16 位微控制器 MC9S12XS128MAA。电路包括基本系统、显示部分、检测电路、SCI 串口通信等部分。基本系统又由电源电路、晶振电路、PLL 滤波、复位电路等组成。设计中采用外设 16 MHz 晶振。电路如图3所示。

### 2.2 传感器部分

传感器部分的作用是将温度、湿度、光照强度、CO<sub>2</sub> 浓度等对于大棚环境和植物生长起关键作用的模拟参量信号进行数据采集、数字转换、信号处理等,从而将大棚里的环境参量转换成下一级电路能接受并且能驱动和转换的电信号。

数字温湿度传感器:主要负责采集大棚内的温度和空气湿度数据,本系统采用的是含有校准功能输出数字信号的 DHT22,测温范围为 -40 ~ 80 ℃,测温精度为 ±0.5 ℃;在 25 ℃ 时的湿度测量精度可达 ±0.2% [2]。具有体积小、反应速度快、抗干扰能力强、工作电压范围宽、可以和单片机直接相连等优点。

光照度传感器:光照度传感器主要负责采集温室大棚里

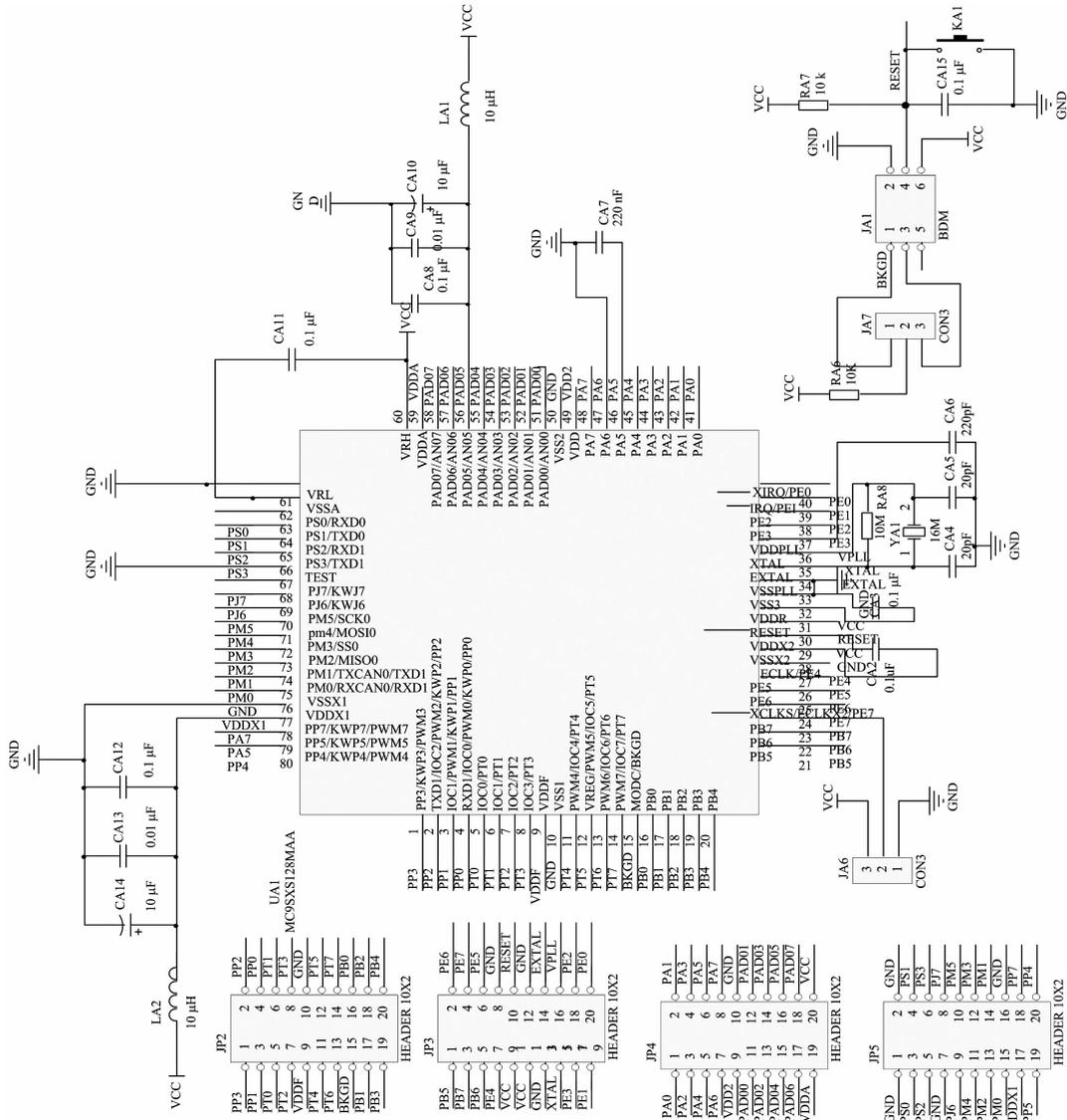


图3 MC9S12XS128MAA 基本系统

各点的光照度。本系统中光照度传感器模块选用的型号是 GY-30, 具有光谱的范围是人眼相近、光照度范围大、光照度可数字转换、光源依赖性不大等优点。各项性能参数均能满足对温室大棚的光照度进行采集。

**CO<sub>2</sub> 浓度传感器:**采用国内生产的小型传感器 MHZ-14。内嵌了温度传感器, 有温度补偿的功能; 对于氧气没有依赖性, 寿命长, 对环境要求不是特别高。响应速度快, 启动快, 每隔 10 s 探测 1 次大棚内 CO<sub>2</sub> 浓度, 采样频率高。

**土壤温度传感器:**采用的是 SLST1 型数字温度传感器, 传感器采用不锈钢外壳封装, 同时采用导热性能好的密封胶灌封<sup>[3]</sup>, 使得传感器对于土壤湿度检测具有很高的灵敏性, 而且温度延迟极小, 并且通用性强, 只需与微控制器的 I/O、VCC、GND 相连即可。

### 2.3 Wi-Fi 及通信模块

Wi-Fi 早期是指无线保真 Wireless Fidelity, 可近似看成现在的一种短程无线通信技术, 能在 100 m 之内接收互联网接入的无线电信号。1997 年 IEEE 802.11 标准出现, 1999 年工业界成立了 Wi-Fi 联盟, 其中对介质访问接入控制层与物理层作了定义。而物理层对工作在 2.4 GHz 的 ISM 频段上的 2 种无线调频方式和 1 种红外传输方式作了定义, 总数据传输带宽设计为 2 Mb/s。2.4 GHz 的 ISM 频段被世界上绝大多数国家通用, 2 个设备之间的通信可以用自由直接的方式进行, 也可以在基站或者访问点的协调下进行<sup>[4]</sup>。Wi-Fi 技术的最大优势就是无线传输, 省去布线的麻烦。在小型办公室、家庭和城市 Wi-Fi、校园 Wi-Fi 覆盖中具有广泛的应用。

目前市面上卖的无线 Wi-Fi 模块很多, 功能和模式也有所差异, 通过比较, 最终我们选用深圳海凌科电子有限公司的 UART-ETH-WIFI 类型的无线模块 HLK-RM04。无线遵循 IEEE 802.11n、IEEE 802.11g、IEEE 802.11b 等 3 种标准, 无线传输速率最高可达到 150 Mb/s, 有 2 个以太网口、2 个串口、1 个 USB 口, 串口支持 232 和 485 这 2 种总线方式, 天线可内置也可外置, 有 Wi-Fi AP、Wi-Fi CLIENT、无线路由器 3 种工作模式, 可远程 Web 管理, 支持 WAP 加密, TCP、UDP 最大连接数为 20<sup>[5]</sup>。用户可以通过修改工作模式、IP 地址、子网掩码、服务器 IP 地址、端口等来完成自动连接, 用户无须干预。此 Wi-Fi 模块的好处在于每次会在上电复位后自动扫描网络, 如果检测到事先设置好的目的网络就会自动连接。为了实现温室大棚的远程控制, 传感器采集的数据处理后传输给 MCU, MCU 透过 RS232 串口传输数据给设为客户端模式的本地无线 Wi-Fi 传输模块, 本地无线 Wi-Fi 传输模块通过无线路由器接入因特网实现数据的远程传送和接收。

### 3 系统数据传输协议设计

整个系统的数据传输分为 3 部分, 本地客户端、异地控制端以及因特网传输介质即 VPN(图 4)。本地客户端和异地控制端传输遵从 802.11 无线局域网传输协议, 实现近端的数据收集和控制命令的发送; 而远程传输则是依托 VPN PPTP, 也就是点对点隧道协议来实现的。

VPN 属于远程访问技术, 简单地说就是在 Internet 网的基础之上架设专用网络。让本地客户端和异地控制端设备通过内网中 VPN 无线路由器, 连上 Internet 网后, 两端即可以通

过 VPN 路由器进入各自的内网, 实现连线和数据交换。当然, 为了保证通信数据安全, VPN 路由器与客户机之间的通讯数据都会进行加密处理, 有了数据加密, 从另一个角度看, 就可以认为数据是在一条专用的数据链路上进行的安全传输, 就如同专门架设了一个专用网络一样。但实际上 VPN 使用的是互联网, 因此 VPN 称为虚拟专用网络, 其实质上就是利用加密技术在公网上建立一个数据通讯隧道<sup>[6]</sup>。

而本案的 VPN 使用的点对点隧道协议 PPTP, 是一种支持多协议虚拟专用网络的网络技术, 它工作在第二层。通过该协议, 远程用户能够通过 Microsoft Windows (XP/Win 7 等) 操作系统以及其他装有点对点协议的系统安全访问各自的网络, 并能拨号连入本地 ISP, 通过 Internet 安全链接到目的网络。

有了 VPN 技术, 异地控制端用户无论身在何处, 只要能上互联网就能利用 VPN 访问到本地客户端内网资源, 透过系统的上位机软件, 实现实时监控, 这就是 VPN 应用得如此广泛的原因。系统传输数据协议详细设计如图 4 所示。大棚内的传感器可以通过 RS232 传输数据给无线数据采集终端, 通过 802.11 无线协议, 链接至本地客户端的无线路由器, 异地控制端同样遵从这样的数据传输模式, 两端路由器透过建立的 VPN 实现链接和数据交换, 从而达到远程异地控制。

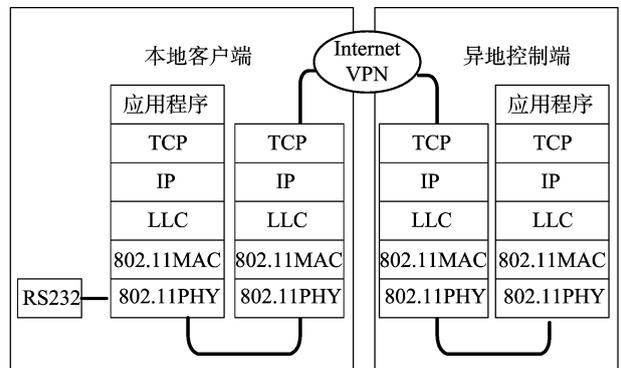


图4 系统数据传输协议设计图

### 4 系统软件设计

#### 4.1 上位机软件结构图

上位机管理系统是一个可视化的人机交互界面, 可以实时监控同一个大棚内各采集点参数值, 也可以同时异地监测几个大棚内的各参数值。还可以在上位机界面上设置参数的上下限值。下面以异地远程监测 3 个大棚内的环境参数为例, 上位机软件界面如图 5 所示, 可以通过选择项选择大棚编号, 该系统每个大棚包括 5 个功能, 温湿度采集与控制、光照度数据采集与控制、CO<sub>2</sub> 数据采集与控制、土壤水分数据采集与控制、联网状态。可实现参数检测、显示、设置、执行机构输出控制等功能。

#### 4.2 系统下位机软件程序流程图

4.2.1 主程序流程图设计(图 6) 系统上电后, 首先完成初始化, 如各节点传感器、执行机构、定时器、RS232 串口、通信口的初始化<sup>[7]</sup>。当系统初始化后, 系统会透过路由器进入 Internet 找到预先设置好的 IP 地址, 完成自动链接后调用 readshedingzhi() 函数读取异地上位机软件设定的参数设定

# 基于MC9S12XS128MAA的温室远程监控系统设计与实现



图5 上位机软件界面图

值和输出值。然后每隔 1 s 通过调用 read() 函数采集 1 次传感器信号,并且本地 LCD 液晶显示的同时把数据发送到 RS232 串口上,RS232 串口在通过 Wi - Fi 模块将数据传到路由器,路由器通过以太网传给异地的上位机显示。接着调用 compare1() 函数与 readshedingzhi() 函数中设置的各传感器上下限值比较,如果 return 值为 0 则说明没有超过限值,返回 readshedingzhi() 函数,重新读取设定值然后再一次进行数据采集。如果 return 值为 1 说明超过限值,则调用 compare2() 函数读取 readshedingzhi() 函数中的相应传感器参数控制输出是否为 1,如果为 1 则调用 control() 函数,开启执行机构控制程序。如果为 0 返回 read() 函数,再次采集数据。

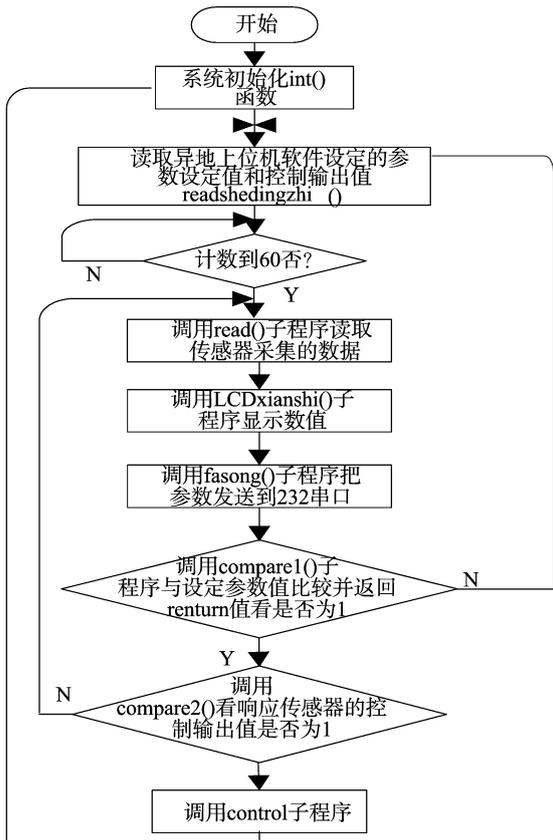


图6 系统下位机主程序流程图设计

3.2.2 系统下位机控制子程序流程图设计(图7) 下位机的 control() 子程序是控制执行机构的一个子函数。温度是大棚内很重要的一个参数,首先看空气温度是否在测量范围内,如果是则检测下一参数是否在测量范围内。如果不是,则看是高于阈值还是低于阈值,如果高于阈值则开启相应参数上限阈值控制子程序,如果低于最低阈值则开启下限阈值控制子程序。

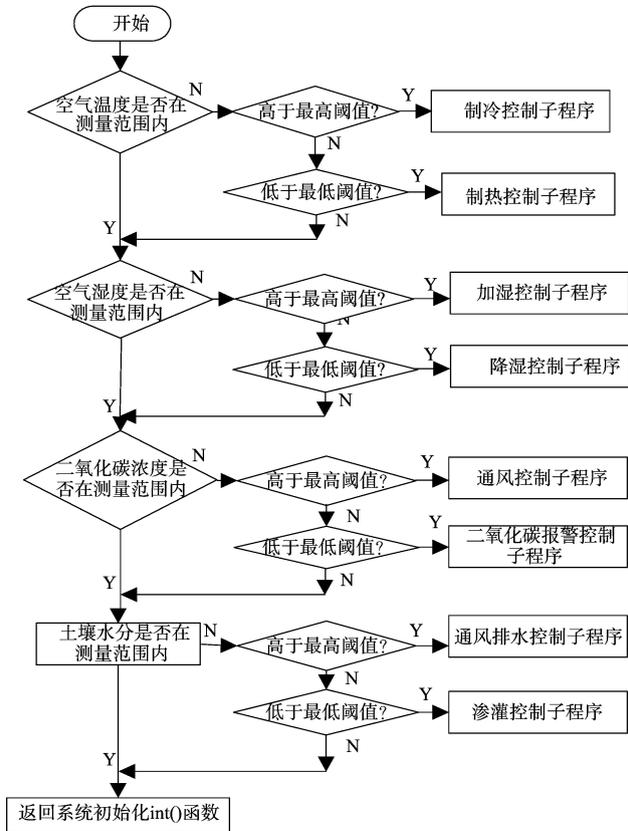


图7 系统下位机控制子程序流程图设计

## 4 结论

本系统通过运用无线 Wi - Fi、因特网 VPN、单片机等技术,实现农业温室大棚系统参数准确度高、误差小、无延时的

马晓涛,温继文,陈英义. 基于 ARIMA 和 RBF 神经网络模型的溶解氧预测分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):413-415.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.128

# 基于 ARIMA 和 RBF 神经网络模型的溶解氧预测分析

马晓涛<sup>1</sup>, 温继文<sup>1</sup>, 陈英义<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学经济管理学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学电气与工程学院, 北京 100083)

**摘要:**结合江苏省宜兴市蟹养殖实地采集的数据,采用 ARIMA 模型对溶解氧进行预测,反映溶解氧周期性变化趋势。采用 RBF 神经网络对非线性残差部分进行预测。结果表明,组合模型较单一模型而言,预测结果更加全面、准确,提高了溶解氧预测的精度,并通过预测结果找出溶解氧变化规律。

**关键词:**溶解氧; ARIMA 模型; RBF 神经网络模型

**中图分类号:** S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0413-03

水体中溶解氧含量是反映生物生长状况、水污染状况的重要指标,受温度、风力及水生生物种类等多种因素的影响<sup>[1-3]</sup>。溶解氧含量高低不但影响水体 pH 值、氨氮含量等水质因子的变化,同时也影响养殖密度。因此,水产养殖中,监测、预测溶解氧含量意义重大。目前对养殖密度、饵料投放研究较多<sup>[4]</sup>,缺乏对溶解氧含量的有效分析预测。对溶解氧含量的预测方法主要包括大型通用生态动力学模型及适用于特定水体的经验模型 2 种,前者基于水生态过程机理研究,对因子分析较全面,但包含了大量参数,而且参数测定有一定难度,使得溶解氧预测比较困难;后者充分利用实地测量收集数据以及经验模型进行建模,主要模型有回归模型、时间序列模型、人工神经网络分析预测等。经验模型相对原理简单,但是单一经验模型预测准确度不高,无法准确描述溶解氧的变化趋势。通过传感器技术,可以实时采集并记录水产养殖中水质因子的变化情况。本研究利用江苏省宜兴市河蟹养殖传感器实地采集数据,采用时间序列模型(ARIMA)与神经网络模

型(RBF)组合模型对溶解氧含量进行预测,找出溶解氧含量变化规律,旨在为发展水产养殖业提供依据。

## 1 研究方法

溶解氧含量受多种因素影响,时间序列模型只考虑了预测变量与自身前期变化之间的关系,使得预测结果难以反映生态环境带来的随机性问题。神经网络模型是自然非线性建模过程,能够挖掘数据背后的很难用数学式描述的非线性特征,弥补了时间序列模型的不足。因此,本研究将 ARIMA、RBF 神经网络组合模型运用到水质因子溶解氧预测中,以期达到更准确的预测效果。

### 1.1 ARIMA 模型

20 世纪 60 年代,美国学者 Box 和英国统计学者 Jenkins 在自回归模型、滑动平均模型、自回归滑动平均模型的基础上提出了 ARIMA 模型。ARIMA 模型全称为差分自回归移动平均模型(autoregressive integrated moving average model,简记 ARIMA),是一种著名的时间序列预测方法。其中 ARIMA( $p, d, q$ )称为差分自回归移动平均模型,AR 是“自回归”, $p$  为自回归项;MA 为“滑动平均”, $q$  为移动平均项数, $d$  为时间序列成为平稳时所做的差分次数。其模型可以表示为:

$$(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i)(1 - L)^d X_t = (1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i) e_t$$

式中: $L$  表示为滞后算子, $\phi_i$  为自回归系数, $\theta_i$  为移动平均系数, $e_t$  为白噪声序列。

收稿日期:2014-06-17

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金(编号:11YJAZH098);

北京林业大学青年科技启动基金(编号:JGTD2014-01);山东省自主创新专项资金(编号:2012CX90204)。

作者简介:马晓涛(1990—),女,北京人,硕士研究生,主要从事商务智能与数据挖掘研究。E-mail:11502325@qq.com。

通信作者:温继文,博士,副教授,主要从事信息服务、数据挖掘与商务智能研究。E-mail:wjwinda@163.com。

异地接收和监控,同时也可在无线网络覆盖的地方利用移动终端监控大棚,实现农业大棚信息化管理,有利于温室大棚农作物的生长和突发事件的远程及时处理。采集数据观察农作物生产,大棚内有一个适合农作物生长的环境。运用此系统不仅节省劳动力,减少生产成本,而且可以实现多个小型温室大棚的集中管理,提高生产效率,从而使大棚增收。此系统操作简单,便于农户操作,为农民提供一种新型种植管理方式。

## 参考文献:

[1] 刘士敏,杨顺. 基于无线传感器网络的农村温室大棚监控系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2013,13(8):48-51.

[2] 绍兴芯河电子有限公司. 温湿度模块 DHT22 产品手册[Z]. 绍兴:绍兴芯河电子有限公司,2014.

[3] 谷宇希,孟先新,杨道华,等. 基于 LabVIEW 的温室大棚监测与控制系统设计[J]. 华北水利水电学院学报,2013,34(3):110-112.

[4] 沈艳丽,孟雅俊,路程,等. 基于 Wi-Fi 的温室大棚监测控制系统[J]. 中国农机化,2012(1):162-165.

[5] 深圳市海凌科电子有限公司. HLK-RM04 数据手册[Z]. 深圳:深圳市海凌科电子有限公司,2014.

[6] 吴慧敏,权孟立. WLAN 技术概论[J]. 科技信息,2008(29):414-415.

[7] 刘万辉,杨晔. 基于 Android 系统的温室智能监控系统的设计开发[J]. 软件,2013,34(5):1-3.