

农田信息采集系统的软硬件设计

余晓波^{1,2}, 宋良图¹

(1 中国科学院 合肥智能机械研究所, 安徽 合肥 230031; 2 中国科学技术大学 自动化系, 安徽 合肥 230026)

摘要: 介绍一种基于 GPRS 和 ZigBee 技术的农田环境信息采集系统的设计。在下位机的设计中, 使用了 ZigBee 射频芯片 CC2430 组建了一个 ZigBee 局域网, 完成农田环境数据的获取和汇聚过程; 上位机的设计, 采用了移动 GPRS 服务来完成数据的远程传输和 ZigBee 网络的远程控制。通过该系统的应用, 可以实现对农田环境信息的实时监控, 为农业生产决策提供服务; 同时该系统提供的功能也是农业自动化以及精准农业的重要组成部分。

关键词: 信息获取; GPRS; ZigBee

中图分类号: TP39

文献标识码: B

文章编号: 1006-2394(2011)01-0019-03

Software and Hardware Design of Field Information Collection System

YU Xiao-bo^{1,2}, SONG Liang-tu¹

(1. Institute of Intelligent Machines, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

(2. University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract An environmental information acquisition system based on GPRS and ZigBee technique is introduced. The ZigBee radio chip CC2430 is used to set up a ZigBee wireless sensor networks to complete the acquisition and gathering process of field environmental data. The PC program uses the mobile GPRS service for data transmission and ZigBee network remote control. This system can realize real-time monitoring of field environmental information to provide services for agricultural production decisions. The function which the system provides is also an important part of agriculture automation and precision agriculture.

Key words information collection; GPRS; ZigBee

0 引言

随着现代科学技术的发展, 农业也发生了翻天覆地的变化。精准农业概念的提出更是指明了未来农业的发展方向。精准农业的核心是获取农田小区作物产量和影响作物生长的环境因素(如土壤结构、土壤肥力、地形、气候、病虫害等)实际存在的空间和时间差异信息, 分析影响小区产量差异的原因, 采取技术上可行, 经济上有效的调控措施, 改变传统农业大面积、大样本平均投入的资源浪费作法, 对作物栽培管理实施定位, 按需变量投入。由此可见, 对农田环境信息的获取是精准农业的内容之一, 更是对后期指导农业生产提供了依据。

本文所研究的就是将 GPRS、ZigBee 等现代科学技术应用到农田环境信息获取中, 提出一种低功耗、低成本、稳定可靠的农田环境信息获取系统。

1 农田信息获取系统工作原理

农田环境信息获取系统由分布在田间的无线传感

器网络、GPRS 终端以及控制室中的数据获取平台软件三部分组成。系统结构如图 1 所示。

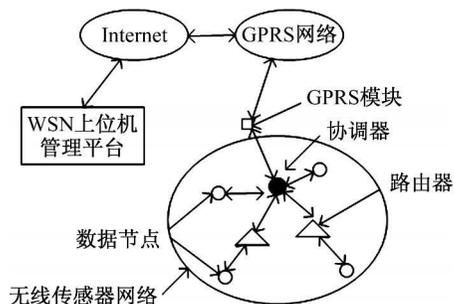


图 1 农田信息获取系统结构图

无线传感器网络的组网形式有星型、树型和网型。在此考虑了系统复杂性、系统稳定性、功耗等因素, 选用了树型网络。

在树型网络中, 协调器只有一个, 路由器和终端设备可以有多个。终端设备以一定的密度分布在农田中, 配置了各种获取农田环境信息的传感器, 完成信息获取的任务。由于传感器的种类很多, 输出的信号类

收稿日期: 2010-08

作者简介: 余晓波(1985—), 男, 硕士研究生, 研究方向为智能信息系统。

型也有差异,所以终端节点还需要对传感器的输出信号做一些如 A/D、滤波、修正等工作。终端设备获取到数据后统一发送到协调器。路由器是负责转发信息的设备,扩展了无线传感器网络的范围。农田的环境数据汇聚到协调器设备后,通过 GPRS 终端发送到上位机控制平台。

上位机数据获取平台是与无线传感器网络进行数据信息和控制信息交互的软件,同时也必需设计一个提供人机交互的友好接口。用户可以使用此平台向田间网络发送控制和获取数据的命令,以及方便地查看农田的环境数据,以达到实时掌握农作物生长环境的目的。

2 树型 ZigBee网络的软硬件设计

要在田间搭建树型 ZigBee网络数据传输系统需要完成硬件和软件两部分的工作。

2.1 树型 ZigBee网络设备硬件设计

ZigBee网络数据采集系统中有协调器、路由器和数据节点三种设备,每种设备都包含供电模块、通信模块以及数据采集模块。供电模块主要为系统提供能源;通信模块是进行网络间数据传输的基础;数据采集模块则负责采集各种传感器的数据。图 2所示为本系统的硬件结构。

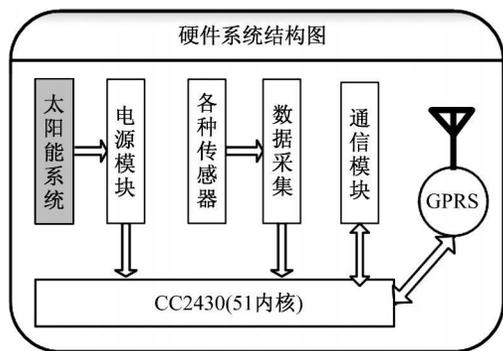


图 2 系统硬件结构图

供电模块是系统能够稳定工作的保证。考虑到设备是在田间野外的环境工作,因此选用了太阳能系统为设备供电。设备需要的是 12V、5V 以及 3.3V 直流电源,设备功率根据实测平均为 0.5W。太阳能供电系统的配置为:30W 的单晶太阳能帆板、40AH 的胶体蓄电池和 5A 12V 的太阳能控制器。此太阳能系统可以提供 12V 的直流电源,之后通过 LM2576 开关电源芯片和 LM1117-3.3 线性稳压器得到设备需要的 5V 和 3.3V 直流电源。

通信模块负责建立 ZigBee无线传感器网络并进行数据传输。通信模块使用的主控芯片为 CC2430-F128,它是 Chipcon 公司推出的用来实现嵌入式 Zig-

Bee应用的片上系统,支持 2.4GHz 802.15.4/ZigBee 协议。CC2430片上系统集成了 CC2420RF收发器、增强工业标准的 8051 内核,并内置了 ZigBee 协议栈,因此,使用 CC2430 能够很方便地实现本系统的数据通信。

数据采集模块是本系统的核心,它负责从各种传感器获取数据,并进行初步处理。本系统使用的传感器主要有空气温湿度、土壤湿度、光照度以及太阳总辐射表五种。空气温湿度传感器使用的是数字式传感器 SHT1Q,土壤湿度传感器输出的是 0~1.2V 的电压信号;光照度和太阳总辐射表传感器输出的是 4~20mA 的标准电流信号。对于数字输出的传感器,使用 CC2430 的 I/O 口模拟传感器的接口时序来获取空气温湿度数据;输出 0~1.2V 电压信号的传感器,使用 LM358 线性放大器将信号进行一倍的放大,再用 CC2430AD 采集功能将模拟数据转换成数字数据。对于输出 4~20mA 的电流型信号的传感器,先使用了一个 4~20mA 到 0~2V 的信号调理电路将电流信号转换成电压信号,再经过 AD 采集转换成数字信号。图 3 所示为一路将 4~20mA 信号转换成 0~2V 电压信号的信号调理电路原理图。

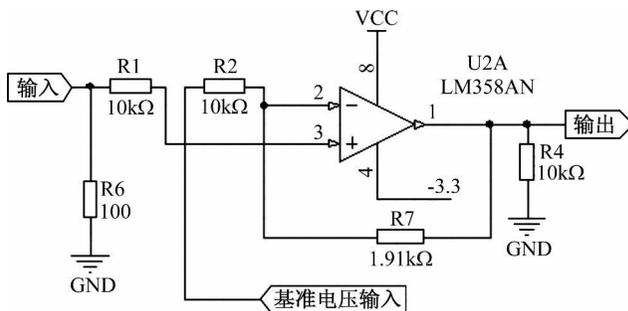


图 3 信号调理电路

至此,各种传感器的数据都已经获取到了。另外,为了提高获取数据的可靠性,在进行数据传输之前,还对数据进行了一次简单的滤波。滤波的过程如下:当要求一次数据采集时,则分别采集 10 次数据,并将这 10 个数据按从小到大的顺序排列,取中间数据的平均为有效数据。实验证明中值滤波可以滤除一些由于电压不稳和传感器性能方面产生的异常数据。

2.2 树型 ZigBee网络设备软件设计

ZigBee网络使用的协议是 TI 公司为 CC2430 配的协议栈 ZStack-1.4.3-1.2.1,此协议符合 IEEE802.15.4 和 ZigBee 联盟协议规范。实现系统的应用要求主要是在协议的硬件抽象层、网络层和应用层编写相应的代码。协调器、路由器和数据节点由于设备类型不同,软件是有些区别的。协调器主要通过 GPRS 接收上位机软件,WSN 的指令并根据参数给不同的数据

节点发送命令,并将网络的启动信息、设备的入网信息以及数据节点发回的数据信息发送给 WSN; 数据节点的任务主要是根据接收到的命令进行相应的数据采集并返回给协调器; 路由器的最简单,主要负责数据的路由。图 4是协调器和 WSN 的通信命令结构。

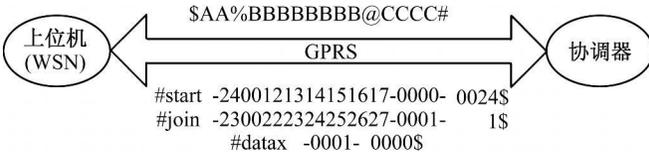


图 4 通信命令和数据结构

上图中,\$ AA% BBBBBBBB@ CCCC#为上机发送给协调器的命令格式,其中当 AA 为 00 时,表示所有节点测试电池电压; 01 时,所有节点进行数据采集; 02 时,指定节点进行数据采集; 03 时,所有节点测试心跳; 04 时,测定指定节点心跳; 05 时,配合上位机刷新节点信息。BBBBBBBB 八个字节表示需要哪几种传感器数据,当其中某位为 1 时表示选中,从第一位到第五位分别代表温度、湿度、土壤湿度、光照度、太阳总辐射表; CCCC 为指定节点网络命令中的地址; 协调器接收到此命令字符串后,经过解析再给相应的数据节点发送数据采集命令。下面以# start # join和# data开头的三条信息分别是协调器发给上位机的建网信息、节点入网信息以及采集到的数据信息。图 5是协调器和数据节点的程序流程图。

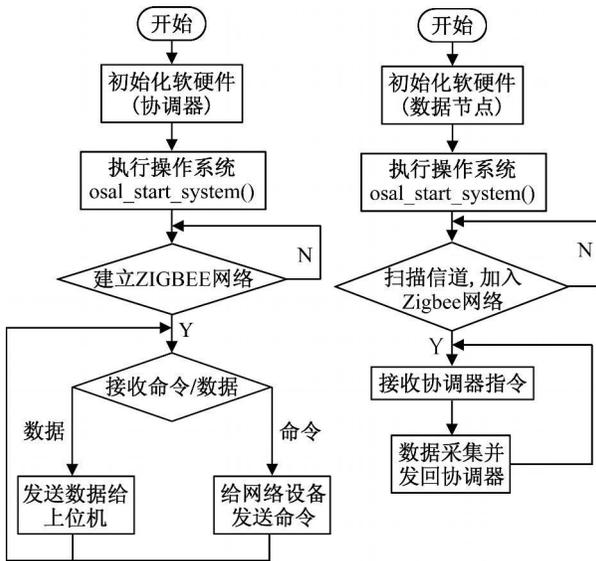


图 5 协调器和数据节点程序流程

3 上位机数据获取平台的设计

上位机数据获取平台主要完成三方面的工作: 一是通过 GPRS 网络给田间 ZigBee 网络发送相关命令; 二是接收网络的状态信息和采集到的实时数据; 三是

对接收回来的数据进行存储、显示以及简单地分析等工作。图 6是上位机数据获取平台软件的结构。

命令接口是连接协调器和上位机数据获取平台的桥梁,命令接口收到数据信息后保存到数据库中。数据显示和数据异常是对数据库中的数据进行可视化处理和分析。

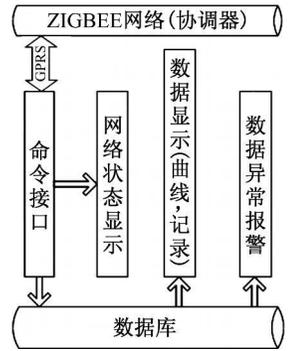


图 6 上位机 (WSN) 程序结构

通过上位机软件 (WSN) 可以很方便地了解网络设备的工作状态,给网络设备发送命令以及接收网络设备发回的数据; 同时,WSN 也为数据的显示和查询提供了很好的人机接口。图 7 是数据的显示部分,用曲线来实时显示环境数据,可以很直观的让用户看到环境数据的变化情况。图中显示的是一段时间内的温度数据,改变数据类型框的内容可以分别显示湿度、土壤湿度、光照度以及太阳总辐射量的数据。

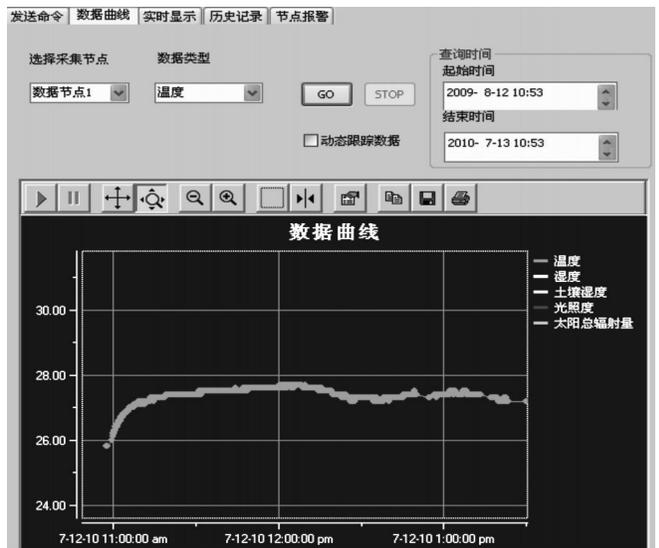


图 7 数据显示页面

4 结束语

本文主要完成了远程农田环境信息获取系统的相关设计。通过本系统的功能,用户可以实时的远程获取农田环境数据,为农业生产决策提供数据依据和服务。本文只是提出了系统的完整设计,具体使用安装还要根据农田现场环境和地形的实际情况在安装上做相应的设计和改造。另外,虽然本系统是针对农田的信息数据采集而设计,但是如果对方案做相应的调整,本系统也能在大棚环境监测、水环境监测等很多领域

(下转第 24 页)

P_c 和 P_m 是遗传算法中重要的两个控制参数, 它们的选取对于遗传算法的性能产生较大的影响, 影响到整个算法的未定型。本文采用 P_c 和 P_m 根据适应度自适应改变相互配合的方法, 共同完成对搜索空间的全局搜索和局部搜索, 从而使得遗传算法能够以良好的搜索性能完成最优问题的寻优过程。

当个体的适应度接近局部极值时, P_c 和 P_m 就会增加; 当个体适应度分散, P_c 和 P_m 就会减少; 同时, 当个体的适应度大于群体平均适应度时, 相应的 P_c 和 P_m 会降低, 否则则相反。但是这种方法会使最优个体陷入局部极值很难跳出来, 易产生未成熟收敛, 因此, 式 (4) 及式 (5) 用来改进 P_c 和 P_m 的计算方法。这两个公式适当增加 P_c 和 P_m , 防止遗传搜索陷入停滞状态。与此同时, 上述方法还可以防止很多好的模式被破坏。

$$P_c = \begin{cases} P_{c1} - \frac{(P_{c1} - P_{c2})(f' - f_{avg})}{f_{max} - f_{avg}}, & f' \geq f_{avg} \\ P_{c1} & f' < f_{avg} \end{cases} \quad (4)$$

$$P_m = \begin{cases} P_{m1} - \frac{(P_{m1} - P_{m2})(f - f_{avg})}{f_{max} - f_{avg}}, & f \geq f_{avg} \\ P_{m1} & f < f_{avg} \end{cases} \quad (5)$$

式中: f_{max} 为种群适应度的最大值, f_{avg} 为各代种群适应度的平均值, f' 为两个交叉个体的适应度中的较大值, f 为变异个体的适应度值。根据反复实验, 取 $P_{c1} = 0.9$, $P_{c2} = 0.7$, $P_{m1} = 0.1$, $P_{m2} = 0.003$ 。

3 仿真实验及预测结果比较

本文将基本 BP 网络和上述讨论的用遗传算法改进过的 BP 网络分别应用于对交通流量的预测, 并进行了比较。用某市某路口前 4 个 20s 时间间隔的交通流量来预测下一个时间间隔的流量, 结果如图 4 和图 5 所示。从改进后的仿真结果可以看出, 精度上有所提高, 而且在避免高误差点上也有所改善。总的来说, 用遗传算法对参数进行调整是有效果的。

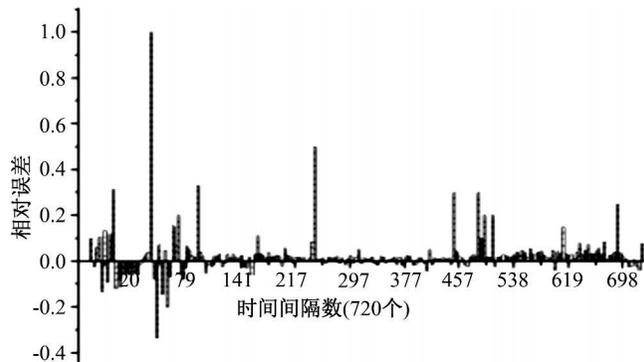


图 4 BP 神经网络预测的相对误差

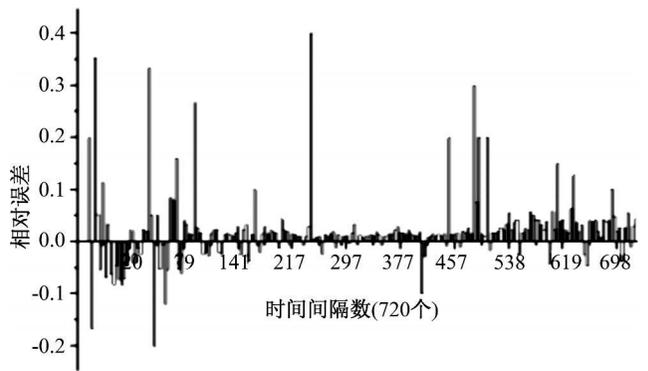


图 5 改进型 BP 神经网络预测的相对误差

4 结束语

遗传算法由于可以克服局部最优问题, 因此在高维搜索和多局部极值优化问题中得到越来越广泛地应用。本文针对神经网络学习的特殊性, 提出了利用改进的遗传算法训练神经网络的方法, 从而显著地提高了遗传算法训练神经网络的速度和精度。

参考文献:

[1] 周开利, 康耀红. 神经网络模型及其 MATLAB 仿真程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
 [2] 阎平凡, 张长水. 人工神经网络与模拟进化计算 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
 [3] 雷英杰, 张善文, 李续武, 等. MATLAB 遗传算法工具箱及应用 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2005

(郁菁编发)

(上接第 21 页)

应用。因此, 本系统是一种简单实用的远程数据获取方案。

参考文献:

[1] 瞿雷, 刘盛德. ZigBee 技术及应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007
 [2] 杨化锋, 宋良图. 基于 GPRS 农田数据采集系统设计与实现 [J]. 农业网络信息, 2005(5): 54
 [3] 孙利民, 李建中. 无线传感器网络 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
 [4] 高守玮, 吴灿阳. ZigBee 技术实践教程 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008

(丁云编发)