

岳学军, 王叶夫, 刘永鑫, 等. 基于 GPRS 与 ZigBee 的果园环境监测系统[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(4): 109-113.

基于 GPRS 与 ZigBee 的果园环境监测系统

岳学军, 王叶夫, 刘永鑫, 徐 兴, 陈树荣, 陈奕希, 侯勉聪, 燕英伟, 全东平, 陈柱良
(华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】设计果园环境监测系统.【方法】该系统由远程 ZigBee-GPRS 网关与无线传感器网络(WSN)节点组合,果园参数在 WSN、GPRS 与 Internet 间进行采集与传输,实现远距离果园环境实时监测.节点采用 CC2530 作无线数据收发芯片,GPRS 采用 ComWay 模块,由 ZigBee 进行组网采集环境信息,通过 GPRS 网络回传给上位机实现实时监测,再由决策支持系统进行分析发送指令控制节点电磁阀通断从而营造一个适合果树生长的环境.【结果和结论】试验表明:系统可完成传感网与移动通信网络之间的数据传送,实现不同类型感知网络之间的协议转换以及对传感器网络的部分管理控制功能.系统在果园中运行稳定并且丢包率低于 10%,具有实践应用价值.

关键词:果园环境; GPRS; ZigBee; 远程监控; 决策支持
中图分类号:S121; S667.2; S609 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2014)04-0109-05

Orchard environmental monitoring system based on GPRS and ZigBee

YUE Xuejun, WANG Yefu, LIU Yongxin, XU Xing, CHEN Shurong, CHEN Yixi,
HOU Miancong, YAN Yingwei, QUAN Dongping, CHEN Zhuliang
(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To design an environmental monitoring and decision support system based on wireless sensor network (WSN).【Method】The system was assembled by ZigBee-GPRS gateway and wireless sensor nodes, which could monitor remote dynamic of orchard environment. CC2530 was used as wireless data transceiver chip for ZigBee sensor nodes, and ComWay GPRS modem was selected. Ecological information was collected and transmitted for cooperation in a remote PC through ZigBee and GPRS networks accordingly. Irrigation processes were arranged by a decision software.【Result and conclusion】Data could be transferred between system sensor networks and mobile communication network according to the system. Meanwhile, protocol conversion between different types of sensor networks and integrant sensor network managements could be completed. Further observations showed that the average packet loss rate was lower than 10%. This system could be suitable for orchard applications.

Key words:orchard environment; GPRS; ZigBee; remote monitoring; decision support

水果是中国种植业中排在粮食、蔬菜之后的第 3 大产业,在国民经济中占有非常重要的地位^[1-2]. 传统的果园多处于偏远地区,存在人烟稀少、交通不便、地形复杂、维护不便、工作环境恶劣等问题. 果园的管理也大多依靠人工完成,效率低下、工作量大、管理粗放^[3]. 中小型果园设施落后配套设施不齐,可靠性差,果树灌溉只信赖果农经验进行漫灌或渠灌. 稍大规模果园的管理多是对环境单因素进行监测、

控制,不能做到环境的综合监测和调节^[4-5]. 果树正常的生长需要一定的环境条件. 环境条件不仅直接关系到果树本身的生长状况,而且影响到果实的产量和品质. 果园环境重要参数主要有温湿度(土壤、环境)、光照、土壤 pH、营养液成分含量等^[6],对环境各重要参数的实时检测和综合调控成为当前果园信息化的重要瓶颈. 为了能使果树达到高产高质,必须要对这些环境参数进行精确的检测和综合的调控. 果园环境信息监测系统的设计对实现果树管理的现代化、精细化有着非常重要的意义^[7-8].

1 总体设计方案

果园环境信息采集系统的基本功能是通过各类传感器和采集设备实时采集果园现场环境的基本信息,包括土壤含水量、降雨量、气温、光照度信息等;这些信息将被实时传输到上级系统,系统根据情况作出是否灌溉的决策. 信息采集的及时性、可靠性和完整性,是信息采集系统的基本性能要求^[9-10]. 分布于监控区的 ZigBee 节点间自主组网形成监控网络,每节点收集自身周围温度、湿度、光照强度等信息,然后将数据无线传输,ZigBee 网络中的协调器收集处理后进行转发,ZigBee-GPRS 网关节点收集后采用 GPRS 网络进行转发,监控中心采集后以界面形式供监控人员实时进行决策和处理. 系统框图设计如图 1 所示.

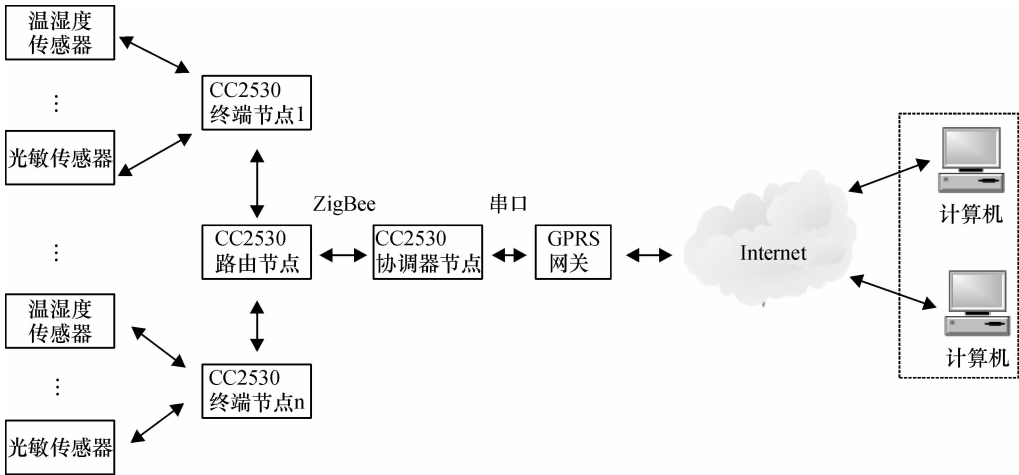


图 2 系统硬件示意图
Fig. 2 Schematic diagram of the system hardware

2.2 GPRS 与 ZigBee 网关设计

网关采用基于 GSM 的通用无线分组业务(General packet radio service, GPRS)融合 ZigBee 协议的方法,可面向农户或农业公司提供移动分组的 IP 连接. 采用 ComWay 公司的 DTU 模块, GPRS 无线模块与单片机连接如图 3 所示.

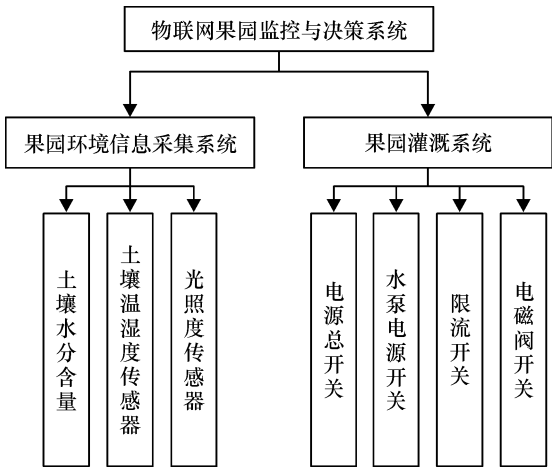


图 1 系统框图
Fig. 1 System block diagram

2 系统硬件设计方案

2.1 硬件方案设计

本文采用 ZigBee 协议, WSN 网络试验平台由节点、协调器、路由器和移动终端等组成, 温度、湿度、光照等数据经 WSN 进行传输、收集和共享等. 采用串口(UART)连接 ZigBee 协调器与 GPRS 模块, 实现整个系统的硬件设计方案. 利用本文设计的 GPRS 网关, 用户可以实现无线传感器网络与互联网之间的互通, 无线网关可转发无线传感器网节点采集到的数据至互联网中的 PC 主机. 系统硬件效果示意图如图 2 所示.

2.3 电磁阀 - 水泵阀控制电路设计

选用 TLP521 做可控制光电耦合器件, 通过三极管 8050 来驱动 DC 5V 的继电器, 通过继电器的开合来控制电磁阀或水泵的开关. 完成的电磁阀控制电路图如图 4 所示.

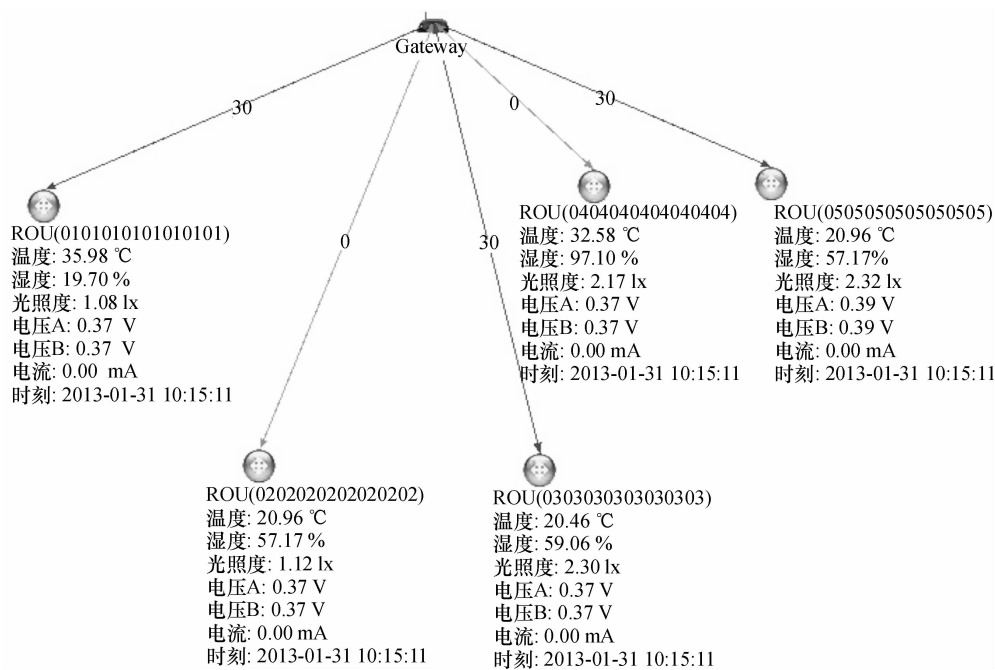


图 7 网络拓扑图

Fig. 7 Diagram of network topology

监控软件可以设置自动采集时间间隔,实时观看数据更新;可以设置掉线灵敏度,方便 ZigBee 自组网;可以灵活设置果园中灌溉设施启动与停止的时刻;可设置服务器 IP 地址及端口号,启动网络连接便可以连接 ZigBee 网络.

3.2.4 控制决策 系统采集各传感器参数,根据各传感器数据,进行分析给出决策建议. 本系统对土壤含水量进行阈值判决,力图将土壤含水量保持在 18% ~ 20% 的范围内^[11-12]. 试验表明,在本系统监测范围内,土壤含水量在该范围内合理波动. 由于土壤含水量变化有延时,因此该系统的调控实时性有待提高.

4 系统测试与结果分析

试验平台包括无线网关 2 个(GPRS 网关和以太网网关),终端采集节点 7 个,土壤水分含量传感器和土壤温度湿度传感器若干(可扩展),电磁阀若干(可扩展). 在华南农业大学工程学院的国家现代农业技术体系柑橘综合示范园中进行功能测试,试验表明,系统可完成传感网与电信网络之间的数据传送、不同类型感知网络之间的协议转换,以及对传感器网络的部分管理控制功能.

经实验室系统测试,并针对出现的问题进行改进后,在华南农业大学南亚热带果树资源圃中的柑橘种植区域,组建并安装系统再进行试验. 试验表明,系统运行情况稳定,系统可进行温室环境参数采集,并能根据采集的参数进行分析,给出决策建议.

华南农业大学南亚热带果树资源圃中的柑橘种

<http://xuebao.scau.edu.cn>

植区域,地形为山坡丘陵,柑橘树按梯田式分布栽种,平均坡度 20°,橘树高度 2.8 m,灌层直径 3 m,植株平均间距 2.8 m. 用无线龙 IOT1000 物联网协议分析仪,TI SmartRF Studio 7 软件,运行于 IOT100 协议分析仪中,用于通过调试器对 TI 无线 SOC 进行芯片级测试或通信试验,测试果园中无线节点接收信号强度 RSSI 与丢包率随着距离变化关系如下表 1 所示,在 50 m 的组网范围内,丢包率低于 10%,满足应用需求.

表 1 无线节点不同距离下的信号衰减与丢包率

Tab.1 Signal attenuation and packet loss rates of wireless nodes under different distance

距离/m	RSSI/dBm	丢包率/%
0	-37.5	0
4	-60.3	0
8	-68.7	1
12	-72.0	0
16	-78.0	0
20	-80.5	2.4
24	-78.6	0
28	-75.9	0
32	-83.5	0
36	-85.0	2.5
40	-76.9	0
44	-83.7	0
48	-82.8	0
52	-87.2	3.2
56	-83.2	6.7

节点接收信号强度与距离的测试结果如图 8 所示,试验数据经拟合得到公式 $RSSI = -9.855 5 \ln d - 46.739$ 。式中 RSSI 表示接收信号强度(dBm), d 表示通信距离(m), $R^2 = 0.943 6$ 。试验数据表明, R^2 接近于 1,系统可应用于果园环境中,具有一定的实践价值。

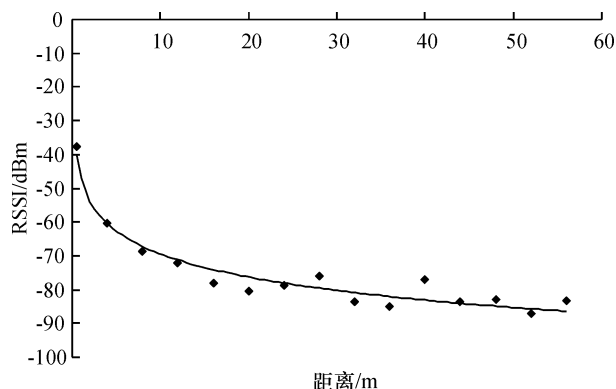


图 8 节点信号衰减曲线

Fig. 8 Attenuation curve diagram of node signal

5 结论

系统测试结果表明,本文所设计果园监测系统中各节点结构简单,可满足采集数据功能,节能且功耗低,节点可根据果园实际情况灵活安装;节点采集信息基于 ZigBee 协议星形组网完成网络中数据传输;搭建 ZigBee-GPRS 网关,完成异构网络 ZigBee 网络与 GPRS 网络、Internet 网络间的信息交互,数据得到无线传输与采集。系统试验表明,该系统可以在岭南地区果园中应用,果园中传感器参数可远程传输到 PC 机中,实现远程监测。系统由 ZigBee 进行组网采集环境信息,通过 GPRS 网络回传给上位机实现实时监测,再由决策支持系统进行分析发送指令控制节点电磁阀通断从而营造一个适合果树生长的环境。系统可完成传感网与移动通信网络之间的数据传送,实现不同类型感知网络之间的协议转换以及对传感器网络的部分管理控制功能;在果园中运行稳定并且丢包率低于 10%,具有实践应用价值。

WSN 在农业上的运用越来越广泛,研究也越来越深入^[13-14],本果园监测系统中采集的果园环境参数仅包含了温度、光照和电压,今后科研工作应引入更多种类的传感器,进行更多种类数据的采集与传

输研究;本系统仅对简单星型网组网方式进行研究,进一步深入研究工作应针对网状网、树型网等复杂组网方式进行,复杂组网方式功能、应用范围与深度可进一步扩展。

参考文献:

- [1] 刘晓光,葛立群. 中国水果产业国际竞争潜力评价及提升途径[J]. 沈阳农业大学学报:社会科学版, 2006 (4): 599-603.
- [2] 彭燕,何东健. 基于 Zigbee 技术的果园生态环境监测系统[J]. 农机化研究, 2009(4): 164-167.
- [3] 刘永鑫,洪添胜,岳学军,等. 太阳能低功耗滴灌控制装置的设计与实现[J]. 农业工程学报, 2012, 28(20): 20-26.
- [4] 张福漫. 设施园艺学[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2001:1.
- [5] 陈其林. 果园环境无线监测系统的设计[D]. 保定:河北农业大学, 2010.
- [6] SIGRIMIS N, KING R E. Advances in greenhouse environment control[J]. Comput Electron Agr, 2000, 26(3): 217-219.
- [7] 高峰. 无线传感器网络在设施农业中的应用进展[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(5): 762-769.
- [8] 杨宝祝,赵春江,孙想,等. 节水灌溉专家决策系统的研究与应用[J]. 节水灌溉, 2002(2): 17-19.
- [9] 杨世凤,王建新,周建军,等. 基于变量灌溉数学模型的决策支持系统研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(11): 29-32.
- [10] 卢麾,田富强,胡和平,等. 基于遗传算法和 GIS 技术的灌溉决策支持系统[J]. 水利水电技术, 2002, 33(10): 27-30.
- [11] 王文山,柳平增,臧官胜,等. 基于物联网的果园环境信息监测系统的设计[J]. 山东农业大学学报:自然科学版, 2012, 43(2): 239-243.
- [12] 陈智芳,宋妮,王景雷. 节水灌溉管理与决策支持系统[J]. 农业工程学报, 2009, 25(S2): 1-6.
- [13] YICK J, MUKHERJEE B, GHOSAL D. Wireless sensor network survey[J]. Comput Netw, 2008, 52(12): 2292-2330.
- [14] VELLIDIS G, TUCKER M, PERRY C, et al. A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation[J]. Comput Electron Agr, 2008, 61(1): 44-50.

【责任编辑 霍欢】