

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.05.030

基于嵌入式 ZigBee 技术的农田信息服务系统设计*

孙玉文 沈明霞 张祥甫 熊迎军 周良

(南京农业大学工学院, 南京 210031)

【摘要】 针对目前农田信息采集装置功耗大、成本高、定点和移动采集不能同时进行的问题,设计了一套基于嵌入式 ZigBee 技术的农田信息服务系统。ZigBee 无线传感器模块实现农田信息的无线采集;基于 ARM9 和 DSP 的嵌入式移动终端使田间生产者随时了解农田信息;WebGIS 农田信息管理系统能同时获得各种农田信息,帮助管理者与决策者作出农田决策。最后通过实验对系统进行了验证。

关键词: 农田信息 服务系统 嵌入式系统 ZigBee 设计

中图分类号: TL361 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)05-0148-04

Design of Embedded Agricultural Intelligence Services System Based on ZigBee Technology

Sun Yuwen Shen Mingxia Zhang Xiangfu Xiong Yingjun Zhou Liang

(College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China)

Abstract

Field information collecting device has the problems of high energy consumption, high cost, unable to conduct fixed and mobile collecting field information simultaneously. In order to solve these problems, a new type of agricultural information service system was designed. It is composed of three parts: ZigBee wireless sensor modules with the functions of acquiring information from farmland; mobile terminals base on DSP and ARM9 with the function of passing the field information to the agricultural producers; WebGIS agricultural information management system with the function of guiding the policy-makers' for decision-making. Finally, the experiment was carried out and some explanations and indications were given to the problems of the system that need to be improved.

Key words Agricultural information, Services system, Embedded systems, ZigBee, Design

引言

农田信息服务系统作为精细农业的重要组成部分,得到了广泛的研究。Masayuki Hirafuji 等开发了一种可以实现农田大面积检测的无线网络^[1]。中国农业大学精细农业实验室设计了基于蓝牙技术的无线温室环境信息采集系统^[2]。国家农业信息化工程技术研究中心开发了基于 PDA 和背夹式 DGPS 设备的农田信息采集系统^[3]。浙江大学研究了基于 GPS 和 GIS 与便携式计算机连接的农田信息处

理系统^[4]。

但是,目前农田信息服务系统的信息采集装置,有的体积大、功耗高,成本大;有的功能相对单一、图像处理性能较低,对数据的处理精度不高。为解决上述不足,本文设计基于嵌入式 ZigBee 技术的农田信息服务系统,ZigBee 无线传感器网络实现农田信息定点采集;ARM 和 DSP 双处理器的嵌入式移动终端实现数据的移动采集和处理;WebGIS 农田信息管理系统实现地图处理、信息查询、网络化浏览等功能。

收稿日期:2009-07-16 修回日期:2009-09-08

* 国家“863”高技术研究发展计划资助项目(2008AA10Z226)

作者简介:孙玉文,讲师,博士生,主要从事信息农业研究,E-mail:syw_ln@sohu.com

通讯作者:沈明霞,教授,博士生导师,主要从事机器视觉与信息农业领域研究,E-mail:mingxia@njau.edu.cn

1 系统的总体设计方案

该系统由以下 3 部分组成：嵌入式 ZigBee 无线通信网络；ARM9 和 DSP 双处理器构成的嵌入式移动终端；WebGIS 上位机农田信息管理系统。系统功能示意图如图 1 所示。

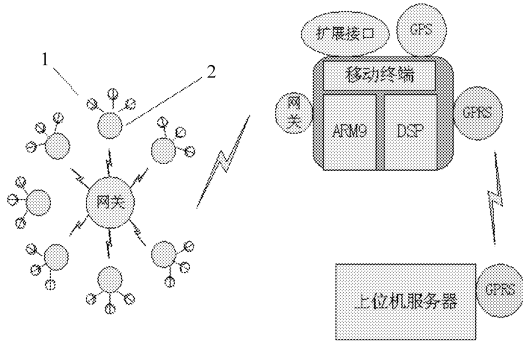


图 1 农田信息服务系统示意图

Fig. 1 Graph of the agricultural information service system

1. 传感器/摄像头 2. ZigBee 节点

ZigBee 无线传感器网络，是用传感器将农田的相关信息数据通过 ZigBee 无线网络处理传输到移动终端，在终端上进行进一步处理及显示。

嵌入式移动采集终端，是农田图像移动采集和无线传输系统的载体，由 S3C2440 最小系统、TMS320C6713 最小系统、图像采集模块、GPRS 广域网无线数据传输模块和 GPS 全球卫星定位模块等组成，具有实时显示农田图像、信息查询等功能。移动终端的系统示意图如图 2 所示。

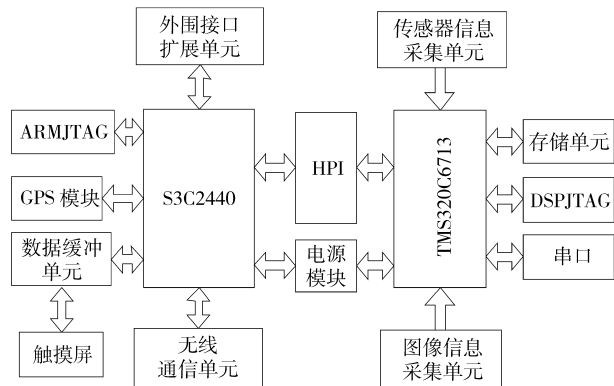


图 2 移动终端硬件原理示意图

Fig. 2 Hardware diagram of intelligent mobile terminal

2 农田采集系统的软硬件组成

2.1 ZigBee 无线传感器网络组成模块

ZigBee 是一种新兴的低功耗、低数据速率、低成本的无线网络技术，主要用于近距离无线通信。它依据 IEEE 802.15.4 标准，在数千个微小的传感器之间相互协调实现通信，理论上，一个 ZigBee 网络可容纳 65 536 个节点，有效覆盖范围 10 ~ 75 m，因

此通过在农田有规律的布置一些 ZigBee 节点就可以很好地实现农田信息的采集。

农业所需采集的农田信息分为两类：一是农田的位置信息，包括地块的大小、形状，采样点的经度、纬度等地理位置信息。这些位置信息确定之后，在相应的位置上进一步采集精准农业所需的另一类信息：农田内相应点的属性信息，如土壤养分(N、P、K 等)、土壤水分、电导率、pH 值等土壤属性信息。ZigBee 终端节点负责农田内属性信息的采集、处理和发送，路由节点除了本身采集和发送农田信息外，还要对一些终端节点发送过来的数据进行存储和转发，而网关作为一个总汇聚点，将所有传感器节点的信息都聚集到一起，然后通过相关处理后传送给移动终端。ZigBee 无线传感器节点主要由传感器模块(包括空气温湿度、光照强度、土壤温湿度、土壤 pH 值等)、处理器模块、无线通信模块和能量供应模块 4 部分组成。具体框图如图 3 所示：TI 公司的 CC2430 ZigBee 核心板包含一个高性能 2.4 GHz DSSS(直接序列扩频)射频收发器核心和一颗工业级小巧高效的 8051 控制器。集成符合 IEEE 802.15.4 标准的 2.4 GHz 的 RF 无线电收发机，其内部有 128 位 AES 加密的安全处理器，带有标准 TTL 串口，可以直接与移动终端 ARM9 的串口连接通信。土壤水分传感器采用瑞士盛世瑞恩 SHT11，湿度测量范围：0 ~ 100%；温度测量范围：-40 ~ 123.8℃。CMOS 摄像头通过 USB 接口与 ZigBee 进行通信，将摄像头采集的图片信息进行 JPEG 压缩，然后通过 ZigBee 模块将图像数据发送到移动终端上。

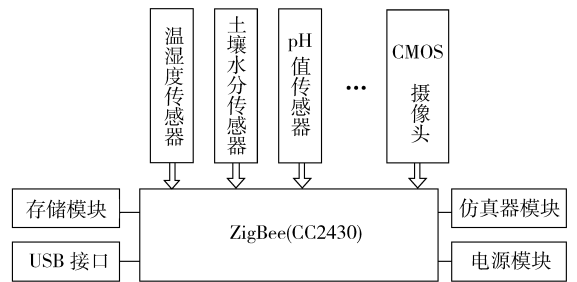


图 3 无线传感器节点结构图

Fig. 3 Construction diagram of wireless sensor point

2.2 移动终端硬件组成模块

GPS 接收模块主要由 GPS 天线、GPS OEM 板、GPS 电源组成。GPS 核心板选用 UBLOX RCB-4H，其特点是 16 通道，单点定位精度 2.5 m，热启动时间小于 3.5 s，冷启动时间小于 34 s，定位精度和时间精度都能满足农业要求，两路串口数据输出，支持 NMEA-0183 标准协议和 u-Blox 专用协议。该模块负责实时通信和通信数据处理功能，主要是对

接收的卫星信号进行处理和测量,以获取卫星导航电文以及必要观测量。系统通过 RS-232 标准串口与农田移动终端相连,解析通信端口传来的数据,提取经纬度位置、高程、信号、速度等方面信息。

GPRS 模块选用周立功的 ZWG-23DP 通信模块,在数据采集控制中心和数据采集终端之间进行连接通信,ZWG-23DP 是一款嵌入式无线数传模块,体积小,功耗低,支持数据透明传输与协议转换,具有配置串口和通信串口,通信串口是标准的 TTL 串口,既可以与上位机进行通信,又可与 ARM 核心模块进行通信。工作电压 3.8~4.5 V,工作电流在 300 mA 以内,下行最大传输速率 85.6 kb/s,上行最大传输速率 42.8 kb/s。移动终端与上位机通过 UDP 方式通信,UDP 方式是不基于连接的通信方式,通信双方都是平等的,任何一方在收到对方的数据包后都无需进行应答。UDP 方式通信速度较快,但是稳定性和数据可靠性稍差。

ARM 功耗低、性价比高、并可植入操作系统,但是其数字信号处理能力比较弱;Linux 与 ARM 体系处理器相结合,可以发挥 Linux 系统支持各种协议及存在多进程调度机制的优点,从而使开发周期缩短,扩展性增强;DSP 的数字信号处理能力强大,速度快、精度高,适合复杂算法的设计尤其是图像算法的设计,但对诸如任务管理、通信、人机交互等功能的实现较为困难。因此将三者结合起来能扬长补短,即由 DSP 结合采样电路采集并处理信号,然后将处理后的数字信号通过主机接口(HPI)与 ARM 通信,由 ARM 处理器作为平台,运行 Linux 操作系统,将经过运算结果发送给用户程序进行进一步处理,然后提供给图形化友好的人机交互环境完成数据分析和网络传输等功能。本文的核心处理单元由三星 S3C2440 ARM9 和数字信号处理器 TMS320C6713 组成,其中 S3C2440 ARM9 除了完成移动终端的日常管理工作,还担负着与 GPRS、ZigBee 和 GPS 等模块的通信及驱动触摸屏进行显示的工作;TMS320C6713 负责处理农田传感器信息和视频图像信息;缓冲单元主要负责 S3C2440 ARM9 与 TMS320C6713, S3C2440 ARM9 与触摸屏间的数据通信。

3 上位机系统组成

WebGIS 服务器平台,是通过 GPRS 的点对点通信来接收移动终端和定点终端的数据、图像等。服务器利用当地的遥感影像信息、人文信息、地理数据建立属性和空间数据库,并将从 GPRS 模块接收的信息进行实时的网络发布。用户可以随时在 Web

上定时定位的观测到需要的农田信息并可以信息交换,用来指导决策农业生产。具体功能如图 4 所示。

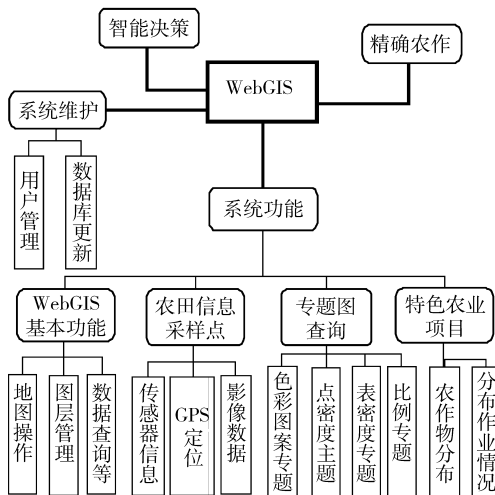


图 4 系统软件模块示意图

Fig. 4 Diagram of software module

4 实验结果

以 3 个监测点为例,结果表明移动终端能够实时监测传感器网络传来的温湿度等农田信息,并能够实现查询功能,具体如图 5 所示。其中具体传感器模块数据参见图 6。

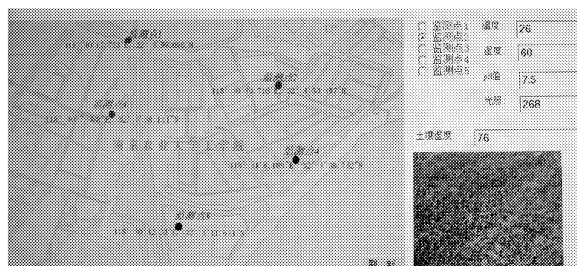


图 5 监测点信息显示图

Fig. 5 Diagram of monitoring information display



图 6 串口调试信息

Fig. 6 Debug information of serial port

5 结束语

本文设计的系统融合了嵌入式系统技术、GPRS 广域网无线通信技术、ZigBee 局域网无线通信技术、GPS 卫星定位技术以及 GIS 技术,能够实现农田信息定点和移动采集与传输,具有响应快,低成本,低

功耗的显著特点,为农业管理者和决策者提供了有力的信息支持。但目前尚有需要解决的问题: ZigBee 技术虽然功耗低、待机时间长,但挂载一些传感器后,功耗较大。如何解决传感器节点能耗问题成为后续研究的重点^[8]。另外,GPRS 信号和速度的限制导致图像传输实时性欠佳,还有待进一步改进。

参 考 文 献

- Masayuki Hirafuji, Tokihiro Fukatsu, Haoming Hu. Advanced sensor-network with field monitoring servers and MetBroker [C]//2004 CIGR International Conference-Beijing Sponsored by CIGR, CSAM and CSAE. Beijing, 2004:11~14.
- 李莉,刘刚. 基于蓝牙技术的温室环境监测系统设计[J]. 农业机械学报,2006,37(10):97~100.
Li Li, Liu Gang. Design of greenhouse environment monitoring and controlling system based on bluetooth technology[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2006,37(10):97~100. (in Chinese)
- 孟志军,王秀,赵春江,等. 基于嵌入式组件技术的精准农业农田信息采集系统的设计与实现[J]. 农业工程学报,2005,21(4):91~96.
Meng Zhijun, Wang Xiu, Zhao Chunjiang, et al. Development of field information collection system based on embedded COM-GIS and pocket PC for precision agriculture[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(4): 91~96. (in Chinese)
- 何勇,方慧,冯雷. 基于 GPS 和 GIS 的精细农业信息处理系统研究[J]. 农业工程学报,2002,12(8):145~150.
He Yong, Fang Hui, Feng Lei. Information processing system for precision agriculture based on GPS and GIS [J]. Transactions of the CSAE, 2002,12(8):145~150. (in Chinese)
- 俞海红,何勇,裘正军. 农田信息无线远程采集和处理系统的研究[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2006,32(1):106~109.
Yu Haihong, He Yong, Qiu Zhengjun. Study on farmland information acquisition using wireless remote method and processing system[J]. Journal of Zhejiang University: Agriculture & Life Sciences, 2006, 32(1): 106~109. (in Chinese)
- Wang Ning, Zhang Naiqian, Wang Maohua. Wireless sensors in agriculture and food industry recent development and future perspective[J]. Computers and Electronics in Agriculture,2006, 50(1): 1~14.
- Camilli A, Ugnasca C E, Saraiva A M, et al. From wireless sensors to field mapping: anatomy of an application for precision agriculture[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2007, 58:25~36.
- Morais R, Matos S G, Fernandes M A, et al. Sun, wind and water flow as energy supply for small stationary data acquisition plat forms[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 64:120~132.
- 王凤花,张淑娟. 精细农业田间信息采集关键技术的研究进展[J]. 农业机械学报,2008,39(5):112~121,111.
Wang Fenghua, Zhang Shujuan. Research progress of the farming information collections key technologies on precision agriculture[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008,39(5):112~121,111. (in Chinese)

(上接第 98 页)

- 山下律也. 米の品质と物性測定[J]. 農業物産研究,1997(3):14~17.
- 竹生新治郎ら. 米の食味と理化学的性质の关联[J]. 澱粉化学,2002,30(4):49~65.
- 李耀明,王显仁,徐立章,等. 水稻谷粒的挤压力学性能研究[J]. 农业机械学报,2007,38(11):56~59.
Li Yaoming, Wang Xianren, Xu Lizhang, et al. Study on compression properties of rice grains [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(11): 56~59. (in Chinese)
- 贾富国,邓华玲,郑先哲,等. 糙米加湿调质对其碾米性能影响的试验研究[J]. 农业工程学报,2006, 22(5):180~183.
Jia Fuguo, Deng Hualing, Zheng Xianzhe, et al. Effect of moisture conditioning treatment on milling characteristic of brown rice[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22(5):180~183. (in Chinese)
- 贾富国,王福林,白士刚,等. 基于同位素示踪技术的糙米加湿后精米吸水率的试验研究[J]. 农业工程学报,2007, 23(8):227~230.
Jia Fuguo, Wang Fulin, Bai Shigang, et al. Effect of moisture conditioning treatment of brown rice on the water absorption rate of polished rice based on isotope tracing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(8):227~230. (in Chinese)