

基于 ARM/GPRS/ZIGBEE 水产养殖 远程监控系统设计

刘玉飞, 黄敏, 朱启兵

(江南大学物联网工程学院, 江苏无锡 214112)

摘要:为了满足水产养殖智能化的要求,设计了水产养殖中水质参数的远程实时监控系统,该系统由基于传感器节点,汇聚节点的水质参数无线监测网络和远程数据管理节点组成。采用以 CC2430 为核心的 ZigBee 模块传感器节点方案,构建基于 ZigBee 协议的无线传感网,实现水质数据采集;应用以 ARM9 微处理器 S3C2410 开发的汇聚节点实现数据的汇聚和 GPRS 无线通信实现远程数据的传输。利用 ZigBee 技术和 GPRS 技术,此系统不仅满足了无线数据采集和数据传输的相关指标要求,而且有效地解决了水产养殖系统中布线困难、节点不可移动、不易维护等问题,满足了水产养殖中水质监测的需要。

关键词:远程监控; ARM-Linux; GPRS; ZigBee

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2012)09-0181-04

Design of Aquaculture Remote Monitoring System Based on ARM / GPRS / ZIGBEE

LIU Yu-fei, HUANG Min, ZHU Qi-bing

(School of Internet of Things, Jiangnan University, Wuxi 214112, China)

Abstract: A remote real-time monitoring system of aquaculture water quality parameters was developed in order to meet the requirements of the design of intelligent aquaculture. The designed system is composed of remote data management nodes and wireless monitoring network of water quality parameter based on sensor node and sink node. The data acquisition of water quality was implemented by wireless sensor network with ZigBee communication protocol. Wireless sensor network was constituted of ZigBee module whose the core component is using CC2430. The data aggregation function was implemented through sink node which was developed using the microprocessor S3C2410 of ARM9 and the GPRS wireless communication network was adopted to develop the remote data transmission function. The adoption of ZigBee technology coupled with GPRS technology implemented the requirement of wireless data acquisition and data transmission for water quality parameters of aquaculture farm. At the same time, the problems were effectively solved including aquaculture system wiring problems, nodes irremovable, system maintenance difficult. The proposed system is suitable for aquaculture water quality monitoring.

Key words: remote monitoring; ARM-Linux; GPRS; ZigBee

0 引言

在水产养殖中,水质的监测重点是水温、PH值、溶解氧三个参数。目前市场上出现很多手持水质检测设备,但是这种方法监测效率低,很难实时掌握水质变化情况,更不能实现水质信息的多部门共享^[1]。现在也存在直接现场布线数据传输的水质监控系统,但是此方法大范围测量时存在费用高、布线难、不易维护等缺

陷^[2]。利用 ARM-Linux,结合 ZigBee 无线传感网技术和 GPRS 无线数据传输技术,设计的多参数实时水产养殖监控系统,将无线传感网应用于水产养殖中能很好地弥补现场布线传输方式的缺点,同时也能实现对数据实时采集,非常适合智能水产养殖系统^[3-6]。利用 GPRS 网络可以实现实时远程数据传输。从而可以实现远程在线监控,并能通过对历史数据的分析,实时预测各种病害的发生。

1 监控系统的整体设计方案

整个监控系统由传感器节点和控制节点、汇聚节点、远程管理节点组成。首先传感器节点负责实时采

收稿日期:2012-01-13;修回日期:2012-04-21

基金项目:江苏省自然科学基金(BK2011148)

作者简介:刘玉飞(1986-),男,硕士研究生,主要研究方向为嵌入式系统开发应用、多参数数据采集;黄敏,副教授,主要研究方向为农产品无损检测。

集所监控区域的水质参数并且经过简单处理后通过无线通信网络发送到汇聚节点,汇聚节点具有数据查询和数据转发功能,通过 Internet 或 GPRS 通信方式将汇聚节点的水质信息发送到远程管理节点。同样用户也可以通过远程管理节点进行控制命令以及相关参数的发布,通知传感器节点收集指定区域的水质信息。或者是通过控制节点驱动相应执行机构以调节水质参数。另外如果某一路采集到的水质参数超出预警值,汇聚节点通过 GPRS 模块向远程手机发出报警短信,提醒用户对采取相应措施进行处理。远程管理节点,接收来自各个区域现场监测系统的水质信息,应有报表、打印、存档、报警、控制等功能,同时还应有数据库查询分析、管理决策等多项功能。系统整体结构示意图如图 1 所示。

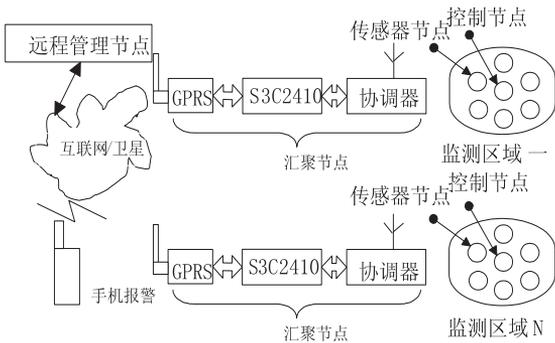


图 1 系统整体结构示意图

2 整个系统硬件结构

2.1 传感器节点硬件设计

一定数量的传感器节点和少量控制器节点组成了无线数据采集单元和控制单元,传感器节点采用了以 TI 公司 CC2430 为主芯片的 ZigBee 模块,CC2430 内部集成了 A/D 转换器,高性能和低功耗 8051 微控制器,符合 IEEE802.15.4 标准的 2.4 GHz 的 RF 无线收发器,以及片内存储器。CC2430 从休眠模式转换到工作模式的超短时间特性,特别适合电池寿命长要求较长的场合。根据情况可置成星形拓扑结构,树状结构和网状结构^[7,8]。传感器节点硬件结构框图如图 2 所示。

传感器节点的传感器模块采集到温度、PH 值、溶解氧水质参数后,经 AD 转换器进行模数转换后,传送给片内微处理器。微处理器是整个传感器节点的控制管理中心。可以控制 A/D 转换器的采样频率,控制传感器节点与其它传感器节点或汇聚节点进行通信。RF 无线收发器,通过 SPI 与处理器模块相连,将经过微处理器处理的信号转换成高频信号并发送出去,并且接收来自汇聚节点的高频无线信号并恢复成数字信息。电源模块,考虑其功耗,系统不进行数据采集时进入休眠状态。

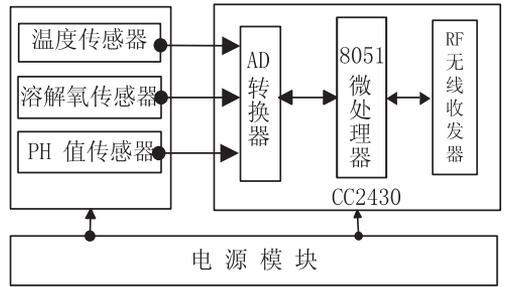


图 2 传感器节点硬件结构框图

2.2 汇聚节点硬件设计

以 Linux 为操作系统,S3C2410 为处理器的嵌入式系统是整个汇聚节点的核心,通过串口与 GPRS 模块和 ZigBee 协调器相连,同时还接有 LCD 等模块,采用触摸屏的方式实现对采集的水质信息现场查询等操作。汇聚节点硬件结构框图如图 3 所示。

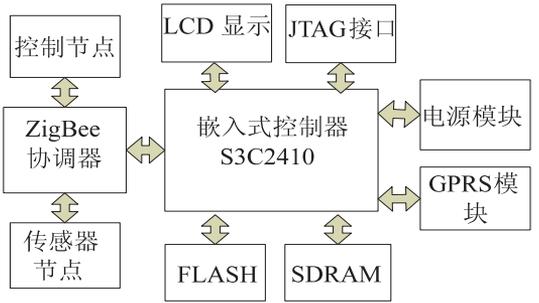


图 3 汇聚节点硬件结构框图

S3C2410 通过外部总线接口扩展了一片 NAND Flash (K9F1208U0B) 和两片 SDRAM (HY57V561620),NAND Flash 主要用来存储系统的 BootLoader、Linux 内核、应用程序等。SDRAM 存储器主要是运行应用程序及加载内核。S3C2410 外接 GPRS 模块,汇聚节点和远程管理节点通过 GPRS 无线网络实现数据传输。20 针 JTAG 调试接口用来烧写 BootLoader。电源模块为汇聚节点嵌入式系统稳定工作提供了保障。

在汇聚节点的嵌入式开发中,Samsung 公司推出 ARM9 结构的 S3C2410 嵌入式控制器。它具有低价格、低功耗、高性能、接口丰富等特点,而且自带 MMU 可以移植 Linux 操作系统,及部分驱动程序使用 Linux 自带网络功能,节约了开发成本和时间。

ZigBee 协调器和传感器节点一样都采用了 CC2430 为基础的 ZigBee 模块,协调器模块是整个 ZigBee 无线数据采集网的管理中心。它负责 ZigBee 无线网络的建立、地址分配、节点的更新、数据转发等功能。传感器节点的水质传感器获取相关水质参数信息后,经 ZigBee 协调器通过串口上传到 S3C2410 微处理器进行处理。同时可将汇聚节点主控制器发送的控制指令发送给传感器节点。ZigBee 协调器采用定时轮询的方式对传感器节点进行访问,无线传感器节点收到请求命令后将采集到的数据发送到 ZigBee 协调器,进而

通过 UART 上传到汇聚节点的主控制器中。

GPRS 模块采用 SIMCOM 公司生产的无线通信模块 SIM100-E,该模块是 GSM/GPRS 双频模块,主要为语音传输、短消息和其他数据业务提供无线接口。S3C2410 微处理器通过串口向 SIM100-E 模块发送 AT 命令来控制 GPRS 模块实现不同的功能,可以在嵌入式 Linux 中编写相应的 PPP 脚本拨号程序,直接驱动 GPRS 模块连接上 Internet。这样所有采集到的数据就可以 TCP / IP 通道发送到任意一个具有公网 IP 地址的主机上去,从而实现采集数据的无线传输。当应用程序识别到有相关水质参数超出阈值范围时,启动报警系统,通过 GSM 模块来向管理者发送报警信。同时通过网络传输报警信号到远程服务器上显示^[9]。

3 系统的软件设计

根据嵌入式平台完成了 Linux 内核裁剪,配置和编译,根据硬件平台制作了 U-boot 引导程序^[10]。介绍了 GPRS 驱动程序编写的主要函数,以及传感器节点、汇聚节点的软件流程图。

3.1 Linux 内核的裁剪、配置和编译

- (1) 进入所下载目录。
- (2) 执行 make menuconfig 命令,对菜单进行选择和配置。
- (3) 在内核当前目录下,输入 make clean 命令删除已经生成的目标文件和模块。
- (4) 输入 make dep 命令,编译变量依赖关系等。
- (5) 输入 make zimage 命令,生成压缩以后的内核影像文件 zimag. e。

3.2 U-Boot 的启动过程

- (1) Stage1 阶段包括硬件初始化,初始化内存,把第二部分代码加载到内存中。设置堆栈,跳转到 Stage2 阶段等任务。
- (2) Stage2 阶段 Start_armboot 函数依次调用各个函数对 Stage2 阶段需要使用的各种硬件设备初始化;检查内存映射,通过 dram_init 函数指定了物理内存地址范围;指定启动参数地址。通过 env_relocate 函数指定内核启动参数标记列表在内存中的位置;开启中断,通过 enable_interrupt 函数开启中断;运行命令。通过 main_loop 函数进入循环命令模式。通过运行环境变量 bootcmd 中的命令启动内核。

3.3 GPRS 驱动程序编写

GPRS 驱动程序的编写,主要包括 GPRS 模块的初始化、打开、关闭、数据的发送和接收等其他函数。

(1) GPRS 模块的初始化函数:系统启动后,通过调用 gprs_init() 实现 GPRS 模块初始化。主要包括串口初始化,判断连接是否成功,打开 GPRS,打开 AT 协

议等工作,通过调用 AT+WIPCLOSE AT+ WIPDATA 实现启动,关闭连接。

(2) AT 指令接收与发送函数:S3C2410 与 SIM_300 GPRS 模块通过 UART 串口进行通讯,并发送 AT 指令到 GPRS 模块,同时接收 GPRS 模块发送的数据。VoidGPRS_SendData(char * pd) 函数发送 AT 命令到 GPRS 模块,int GPRS_RecData(char * cmd) 函数接收 GPRS 模块的数据。

(3) GPRS 短消息的发送与接收:通过调用 GPRS_SendMsg() 函数发送短消息,如果发送成功返回 TRUE,否则返回 FALSE。发送时先填写短消息,然后调用 GPRS_SendMsg。

(4) GPRS 短消息接收函数:通过调用 GPRS_DeCodePdu 函数解析收到的短消息。IntGPRS_DeCodePdu(const * pSrc, SM-PARAM * pDst)。该函数可从中解析出 SMSC,TP 以及用户信息等。

3.4 传感器节点软件设计

节点一般处于休眠状态,只有当收到汇聚节点的命令时传感器节点才被唤醒,这样可以达到节省能耗的目的。程序首先初始化,包括初始化硬件,之后初始化协议栈,传感器节点申请加入 ZigBee 网络,等待 ZigBee 协调器响应,如加入网络成功,传感器节点进入休眠状态,如果不成功就继续申请加入 ZigBee 网络。加入成功之后,ZigBee 协调器定时轮询所监测区域的传感器节点,传感器节点被唤醒检测当前水质参数,并且将采集的数据向 ZigBee 协调器发送,如果发送成功,系统进入休眠状态,如果不成功,继续发送当水质参数值^[11]。传感器节点工作流程图如图 4 所示。

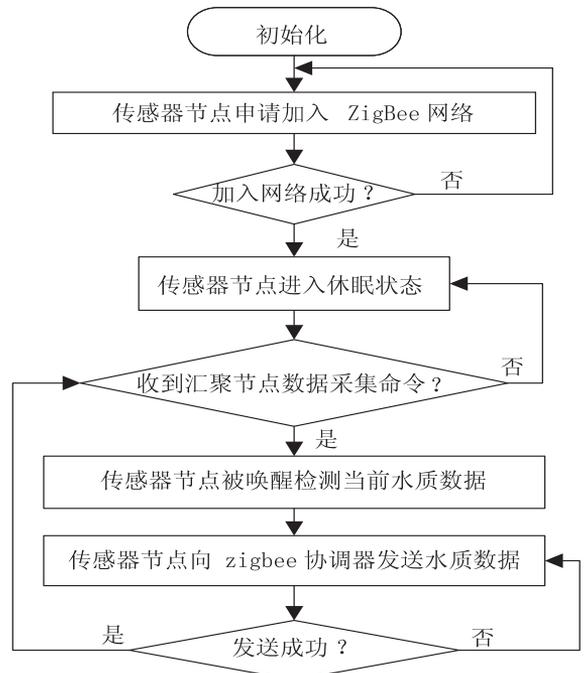


图 4 传感器节点工作流程图

3.5 汇聚节点软件设计

汇聚节点在 ARM9 中移植了标准的 Linux 操作系统,负责整个系统设备,资源管理,系统分配,根据实际的需要整个系统的主控制器的主要任务包括与传感器网络进行通信,与远程管理节点进行通信,数据的存储、处理与显示。除此,还可实现超出阈值报警的任务,并且为节省能耗时,嵌入式控制器可以在工作状态和低功耗状态进行切换^[12]。整个汇聚节点的工作流程如图 5 所示。

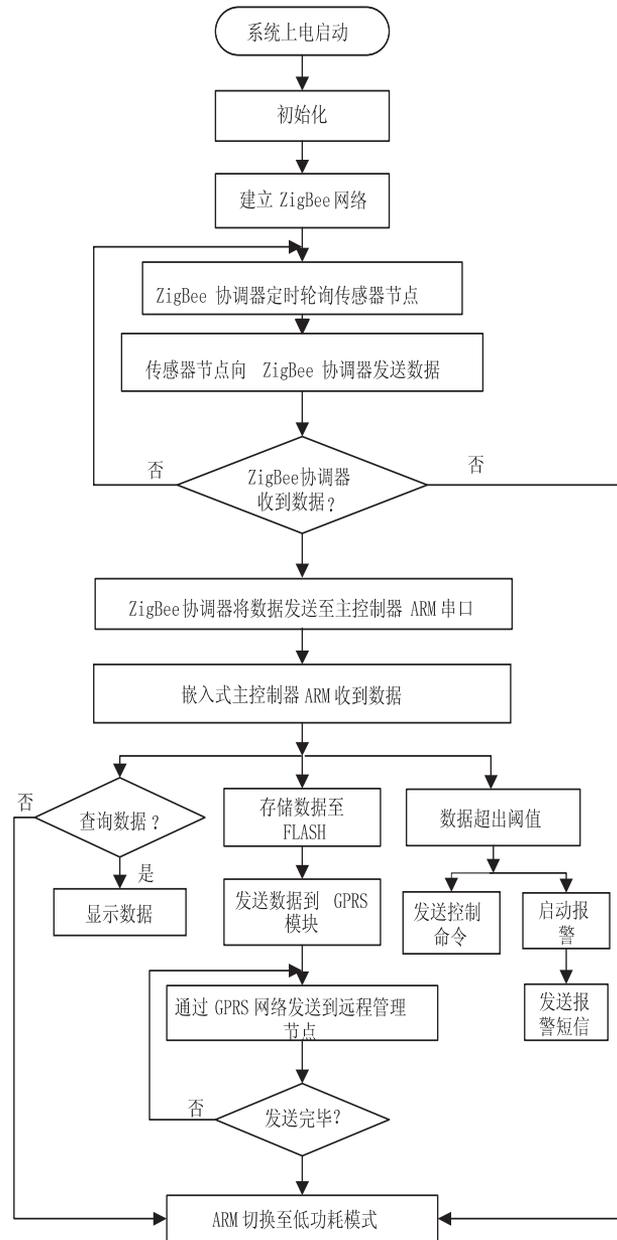


图 5 汇聚节点工作流程图

4 结束语

基于 GPRS/ZigBee 技术,以嵌入式 ARM-Linux 为核心的水产养殖远程实时监控系统,可以实现无线数据采集、现场监控、远程监控相结合的多参数水质监控的系统方案。利用 GPRS 网络实现数据传输,有着永远在线、费用低廉、传输率高的特点。以 ZigBee 技术为基础的无线传感网技术应用在数据采集,布线更加容易,节点移动更加灵活。该技术不仅可以作为现有水质监测技术的有益补充,更是区域性水质监测技术的发展方向。

参考文献:

- [1] 陈淑春,王彦贞,陈颖,等.基于 ARM-Linux 的地下水水质现场分析仪的研究[J].安徽农业科学,2009,37(11):5321-5323.
- [2] 金鹏,陈锋,张旭,等.基于 RS-485 总线的嵌入式水质监测网络[J].仪表技术,2010(8):14-19.
- [3] Ma Daokun, Ding Qisheng, Li Daoliang, et al. Wireless Sensor Network for Continuous Monitoring Water Quality in Aquaculture Farm[J]. Sensor Letters, 2010, 18(1):109-113.
- [4] 刁智华,陈立平,吴刚,等.设施环境无线监控系统的设计与实现[J].农业工程学报,2008,24(7):146-149.
- [5] Chen Ji, Li Daoliang, Du Shangfeng, et al. A Wireless Sensor Network Based Water Temperature Stratification Monitoring System for Aquaculture of Sea Cucumber[J]. Sensor Letters, 2011(9):1094-1100.
- [6] Jiang P, Xia H, He Z, et al. Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks[J]. Sensors, 2009(9):6411-6434.
- [7] 熊磊,董奎勇,钱炜,等.基于 ZigBee 的无线网络系统的设计实现[J].计算机技术与发展,2009,19(4):242-245.
- [8] 潘伟,黄东.基于 Zigbee 技术的无线传感网络研究[J].计算机技术与发展,2008,18(9):244-247.
- [9] 周建,周杏鹏,周强,等.嵌入式系统基于 GPRS 的 Internet 无线接入设计[J].仪表技术与传感器,2005(12):27-34.
- [10] 孟雷,忽海娜. ARM-Linux 嵌入式系统 BootLoader 的配置与移植[J].计算机技术与发展,2008,18(10):204-206.
- [11] 苗连强,胡会萍.基于 Zigbee 技术的温室环境远程监测系统的设计[J].仪表技术与传感器,2010(10):108-110.
- [12] 邢锐,王维.基于 ARM 处理器的 Zigbee 网关设计[J].光机电信息,2011,28(3):42-46.

基于ARM/GPRS/ZIGBEE水产养殖远程监控系统设计

作者: 刘玉飞, 黄敏, 朱启兵
作者单位: 江南大学 物联网工程学院, 江苏 无锡 214112
刊名: 计算机技术与发展
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2012(9)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201209048.aspx