

基于物联网的水产养殖水质实时监测系统^①

曾宝国, 刘美岑

(四川信息职业技术学院, 广元 628017)

摘要: 为了实现水产养殖水质的实时监测和信息化管控, 以 ZigBee、GPRS、智能水质监测传感器等物联网核心技术为手段, 设计了一套水产养殖水质实时监测系统, 能实时采集水产养殖用水的水位、溶解氧、PH 值、温度、视频等参数, 并进行分析、展示和反馈控制, 从而解决了水产养殖业水质实时监测和管理问题。

关键词: 水产养殖; 水质监测; ZigBee; GPRS

Real-Time Water Quality of Aquaculture Monitoring System Based on the Internet of Things

ZENG Bao-Guo, LIU Mei-Cen

(Sichuan Information Technology College, Guangyuan 628017, China)

Abstract: In order to realize the real time monitor and informatization management of the water quality of aquaculture industry, the water quality monitoring system was designed based on the core technology of the internet of things such as: ZigBee, GPRS and the sensor technology for real-time water quality monitoring. The water level, dissolved oxygen, the temperature and video parameters could be collected in real time, analyzed, displayed and managed.

Key words: aquaculture; the water quality monitoring; ZigBee; GPRS

水产养殖水质监测系统具有监测点数量多、监测时间长、监测情况复杂等特点, 传统监测方法一般采用定点定时取样和化学分析方法获取数据, 存在数据样本少、实时性低等缺点。本系统以养殖水质多参数实时监测和反馈控制为研究对象, 以 ZigBee、GPRS、智能水质监测传感器等物联网核心技术为手段, 旨在设计一套水质实时监测系统, 解决水产养殖业水质实时监测和信息化管控问题。

1 功能需求分析

在水产养殖的过程中, 不适宜的水环境将导致鱼类发病率升高, 甚至影响鱼类的存活。衡量养殖水质好坏的指标主要有: 温度、PH 值(酸碱度)、DO(溶氧量)等。不同鱼类对水温的要求不同, 以鲢、鳙、草、鲤、团头鲂等温水鱼类为例, 适宜生活的水温为 20℃~30℃、PH 值为 7.5~8.5、溶氧值为 3 毫克/升以上。

为了给鱼类创造适宜的生长环境, 需要及时、准

确地掌握水质参数。根据调研, 得到的基本功能需求如下:

(1) 监测对象: 需对养殖水环境 PH 值、DO、浊度、水位、温度等五项基本参数的监测^[1]。另外, 根据养殖户反映, 最好能实现远程视频监控, 以便及时了解水面环境参数。

(2) 监测时效性: 能实现水质的长时间在线测量, 至少每隔半个小时自动对这些水质参数测量记录一次。

(3) 监测数据分析和统计: 监测数据能够及时上报存储到服务器, 并可在养殖户家用电脑或平板电脑、手机等物联网信息终端上远程访问, 具有自主设定水质标准, 在监测参数超标时及时告警或启动反馈控制设备进行调节^[2]。另外, 最好能建立特定鱼种的养殖水环境生长模型, 系统可根据生长模型自动调节。

2 系统组成

本系统的组成如图 1 所示, 包括感知层、传输层、

^① 基金项目:四川省经济和信息化委员会 2011 年技术创新项目(2011XM065)

收稿时间:2012-11-15;收到修改稿时间:2012-12-21

应用层三大子系统. 感知层子系统通过水质参数采集单元采集 PH 值、DO、浊度、水位、温度五项参数, 经 ZigBee 方式上传到传输层子系统, 再通过 GPRS 上传到应用层子系统通讯服务器; 感知层子系统的远程视频监控单元由 3G 摄像机及太阳能电池构成, 所采集

的水面视频通过 3G 方式上传到应用层子系统通讯服务器. 应用层子系统通过水质监控信息管理系统对水质进行分析、展示, 管理员可以通过 PC、PDA、其它移动终端浏览数据, 并下发反馈指令, 经传输层子系统下达水质参数调节单元, 调节水质参数.

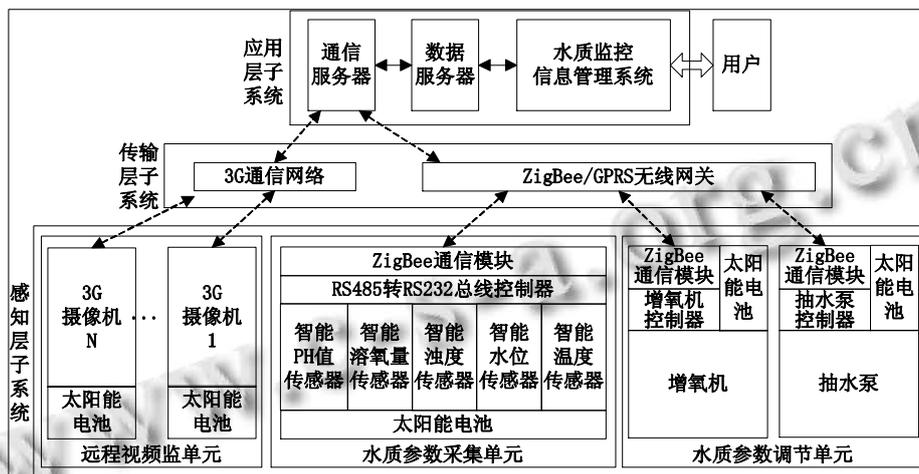


图 1 水产养殖水质实时监测系统的组成

3 主要硬件选型与模块设计

3.1 感知层子系统硬件选型与模块设计

3.1.1 智能水质监测传感器选型

国内专门从事水质传感器研发的并有成熟产品的企业很少, 本系统选择了北京联创思源测控技术有限公司的采用 RS485 总线通讯的 DO10、PH10、TS10、WL10 四类智能传感器, 该类传感器带有温度补偿措施, 每种传感器都兼具有测温度功能, 因此可以实现对 DO、PH 值、浊度、水位、温度五项参数的监测.

3.1.2 ZigBee 节点与智能传感器的信号转换电路设计

本系统的 ZigBee 无线传输节点选用成都道惟尔科技有限公司的 CC2530 节点, 由于该节点不支持与智能水质传感器的 RS485 总线通讯, 因此需设计 RS485 与 3.3V TTL 的信号转换电路^[3], 如图 2 所示. 节点选用 7V

太阳能电池(锂电池)供电, 分别经 LM1117-3.3 和 LM1117-5.0 稳压形成 3.3V 和 5.0V 直流电压. 5.0V 主要为水质传感器供电, 3.3V 为 CC2530 无线节点等供电. RS485 与 3.3V TTL 电平转换由专用 IC MAX13487 实现, 图中, R5、R6、R7、L1、L2、D1、D2、D3 等构成了 RS485 总线匹配电路, T1、T2 采用 6N137 光耦实现 CC2530 与 RS485 总线的隔离. R8、R9 为电池电压采集电路, 通过分压方式将电压信息送 CC2530 P0.0 口进行 A/D 采样.

3.1.3 增氧机与抽水泵控制器设计

该控制器主要用于增氧机和抽水泵的启停控制, 主要电路如图 3 所示. CC2530 节点 P0.1 口经 T1 光耦隔离后, 驱动 NPN 型三极管 2N5551, 控制固态继电器 J1(MGR-3 032 3810Z)的通断, 从而控制增氧机或抽水泵的电源的接入.

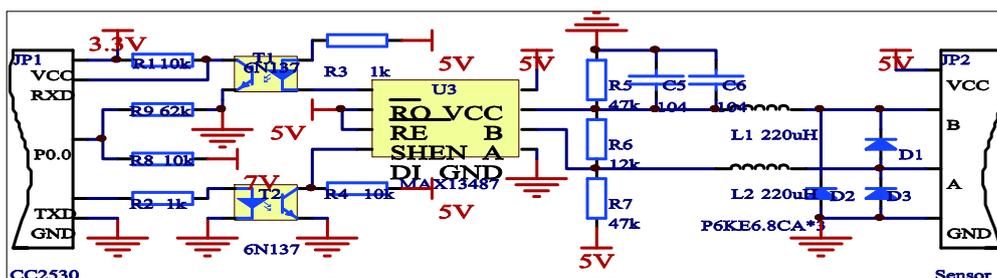


图 2 信号转换电路原理图

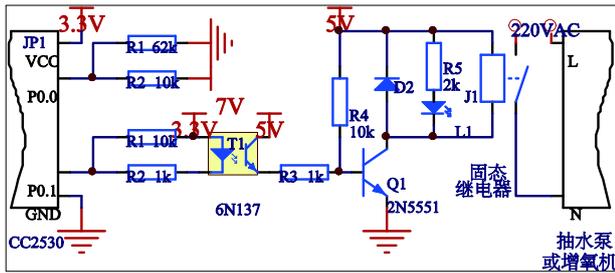


图 3 增氧机和抽水泵控制器电路原理图

3.2 传输层子系统 ZigBee/GPRS 无线网关设计

ZigBee/GPRS 无线网关的组成如图 4 所示, 主要由基于 S3C2440 的 ARM 控制器、基于 CC2530 的 ZigBee Sink 模块、华为 MG323 GPRS 模块、电源管理单元、存储器单元及包括以太网接口在内的外部接口电路. ARM 控制器通过 UART 串口支持与 GPRS 模块和 ZigBee 模块的通讯^[4,5].

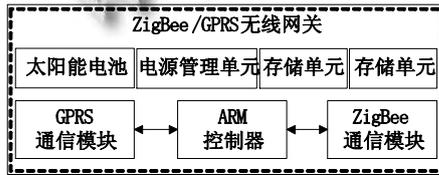


图 4 ZigBee/GPRS 无线网关的组成框图

4 软件设计

水质监测软件系统由感知层子系统 ZigBee 无线传感器网络软件系统、传输层子系统 ZigBee/GPRS 软件系统、应用层子系统服务端水质信息监控管理系统和移动平台软件系统三部分构成.

4.1 感知层子系统 ZigBee 无线传感器网络的通讯协议与软件开发

4.1.1 通讯协议

(1) 四类智能传感器的通讯协议帧格式

四类智能传感器的通讯协议帧格式见表 1、表 2 所示.

表 1 四类智能传感器通讯协议[下行链路]

帧头	方向	长度	帧代号	功能码	地址段	数据	CRC	帧尾
88	FB	FA	08	04	01 01	FF DC 01 06 48	FC	FC

表 2 四类智能传感器通讯协议[上行链路]

帧头 (2B)	方 向	长 度	帧 代 号	功 能 码 (2B)	地 址 段 (2B)	返回数据(14B)			C R C (2B)	帧 尾 (2B)			
						通 道 数	保 留	通道数据(通道数*4B)					
88	FB	AF	15	04	01 00	FF	DC	03 02	-	-	-	FC	FC

(2) ZigBee 无线传感器网络的通讯协议帧格式

ZigBee 无线网络中各终端节点、路由器、协调器三者间通讯的协议帧格式如表 3 所示. 其中, 帧类型主要有节点入网(JON)、获取网络参数(RNP)、获取传感器参数(RSP)、调节水质参数(WSP)等.

表 3 ZigBee 无线网络各节点的通讯协议帧格式

项 目	帧 头	帧 类 型	物 理 地 址	网 络 地 址	数 据 包	连 接 质 量	备 用	和 校 验
内容	&WSN	-	-	-	-	-	-	-
字节数	4	3	8	2	12	1	10	1
顺序	0-3	4-6	7-14	15-16	17-28	29	30-39	40
备注	-	功能码	默认填0					

4.1.2 软件开发

该系统基于 TI Z-STACK 协议栈(ZigBee 2007 PRO), 根据表 2、表 3 所示通讯协议, 采用星型网络开发. 由于 ZigBee 通信距离有限, 为降低丢包率和便于节点管理, 在设计中对各节点采用分区域组网策略, 并采用 10 级网络深度进行软件开发. 经实际测试, 最远中继传输距离达 1.5 公里, 即一个 ZigBee/GPRS 网关可以建立半径为 1.5 公里的无线网络.

4.2 传输层子系统 ZigBee/GPRS 无线网关软件架构

ZigBee/GPRS 无线传输网关位于应用层子系统和感知层子系统之间, 主要完成数据转发、协议转换和管理控制等功能(见图 5), 支持无线传感器网络内部数据协同和汇聚, 支持 ZigBee 接入、GSM/GPRS 接入, 从而桥接无线传感器网络与互联网^[5].



图 5 ZigBee/GPRS 无线网关的软件架构

4.3 应用层子系统服务端及移动平台上的软件架构

应用层子系统的软件架构如图 6 所示, 该系统由业务应用层(WebService 服务接口、Web 网站)和数据层(专家数据库系统)构成. 业务应用层主要是构造的系统的各种应用服务, 采用 WebServices 服务作为业务应用层的统一的技术规范, 从而兼容本项目所涉及的 ZigBee/GPRS 网关、Web 浏览器、移动平台等多种形式的、在不同网络环境运行的客户端, 大大方便系

统的扩展,同时对外提供了标准接口的数据交换服务,从而信息的共享复用提供可能性^[6].数据层采用 SQL 数据库,具有标准兼容性、跨平台可移植性、多线程高可连接性等优点.三层架构的“高内聚、低耦合”,使客户层和应用服务器相分离,客户端和应用服务器、应用服务器和数据库服务器之间的通信以及异构平台之间的数据交换等都通过中间件来实现.

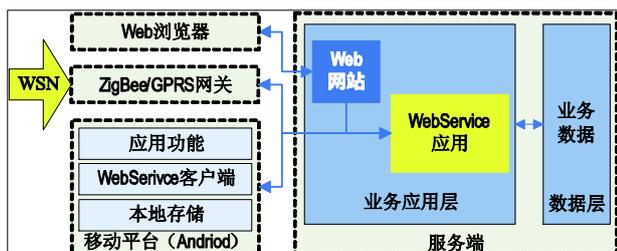


图 6 应用层子系统的软件架构

4.3.1 WebService 服务接口设计

应用层子系统 WebService 主要面向 ZigBee/GPRS 无线网关提供数据采集、指令下发服务和面向其他平台提供人机交互服务.其中,面向 ZigBee/GPRS 无线网关的主要服务接口包括: addData(向数据库添加采集信息的记录)、addControl(向数据库添加控制信息的记录)、updateControlStat(修改传感器状态)、getUserInfo(查询数据库中是否存在此用户)、getCollectTypes(返回传感器采集的类型集)、addType(增加传感器类型)、addType(获取类型的最小值)、getMaxValue(获取类型的最大值)、getTypeUnit(查询传感器记录类型的单位)、getCollectLocations(查询出传感器部署的地址集)、writeFeedBackInfo(将传感器反馈的信息写入 SensorControl 表的 data 字段)、addSensorInfo(注册传感器信息)、updateSensorPhyAddr(通过传感器的 ID 来更新 SensorConfig 表的物理地址)、updateSensorNetworkAddr(通过传感器的 ID 来更新 SensorConfig 表的物理地址)、updatesenSorPhyAddrAndSensorNetworkAddr(通过传感器的 ID 来更新 SensorConfig 表的物理地址和网络地址).

4.3.2 专家数据库系统的结构及功能子系统

专家数据库系统主要由水产养殖知识库、数据库管理系统、推理机、解释器、人机界面等组成.主要功能子系统包括:水质环境监控子系统、养殖管理子系统、专家决策及知识查询子系统、效益分析子系统、

系统配置子系统、在线技术支持子系统^[7].

4.3.3 移动平台(Android)软件设计

Android 端软件采用 Android2.2 平台,接口方式为 webservice,数据封装为 json,并基于三层(持久层、模型层、展示层)层次结构设计.设计的主要功能包括:传感器位置分布--通过接口查询出传感器数量、类型;传感器数据提取--能提取各监测节点的传感器数据,并对数据进行汇总、统计、展示;传感器节点控制--能根据不同的传感器参数,对传感器节点进行相应的控制;传感器状态查询--能查询到传感器的状态,如电池电量、工作情况等.

5 结语

本文基于 ZigBee、GPRS、智能水质传感器等技术手段,设计了水产养殖水质实时监测系统.该系统通过无线传感器节点分布式动态组网,实现大范围、24 小时不间断的包括水位、溶解氧、PH 值、温度等水质参数的监测;通过无线传感器节点的定位部署,可实时侦测养殖用水各采样点的水环境,也可根据区域进行局部水环境数据分析;通过增氧机、抽水泵等反馈控制设备,可远程调节水环境.因此,该系统可有效解决水产养殖业水质实时监测和信息化管控问题.

参考文献

- 1 周娜,祝艳涛.传感器在水质监测中的应用探讨.环境科学导刊,2009,28:119-123.
- 2 杜治国,肖德琴,周运华,欧阳国帧.基于无线传感器网络的水质监测系统的设计.计算机工程与设计,2008,29:4568-4592.
- 3 陈在平,王永刚.RS485 总线可编程序控制器 I/O 终端接续控制器.测控技术,2011,30:63-69.
- 4 致远电子.ZigBee 与传统网络的无缝接入.电子技术应用,2011,37:38-39.
- 5 陈琦,韩冰,秦伟俊,皇甫伟.基于 Zigbee/GPRS 物联网网关系统的设计与实现.计算机研究与发展,2011,48:367-372.
- 6 耿艳妍,牛晗,边际.基于 Web Service 的单点登录技术应用—以城市供水水质监测预警系统技术平台为例,建设科技,2012,(5):83-85.
- 7 张红燕,袁永明,贺艳辉,龚赞翀,王红卫.水产养殖专家系统的设计与实现.中国农学通报,2011,27:436-440.