

基于物联网的海洋环境监测系统的研究^{*}

何世钧, 陈中华, 张 雨, 周文君

(上海海洋大学 信息学院, 上海 201306)

摘 要: 针对当前海洋环境监测的现状, 为实现海洋环境监测的自动化, 设计了一种基于物联网技术的海洋环境监测系统。该系统综合运用无线传感器网络技术、嵌入式计算技术、3G无线通信技术、GIS空间信息处理技术等, 实现了海洋环境动态在线监测、数据实时处理及可视化展示的功能。

关键词: 物联网; 海洋环境监测; 无线传感器网络; 3G

中图分类号: TP 274.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-9787(2011)03-0013-03

Research on monitoring system of marine environment based on internet of things^{*}

HE Shi-jun, CHEN Zhong-hua, ZHANG Yu, ZHOU Wen-jun

(College of Information Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Aiming at the current situation of marine environment monitoring, to realize automation of marine environment monitoring, an internet of things monitoring system of marine environment is designed. This system combines wireless sensor networks technology, embedded computation, 3G wireless communications technology with GIS spatial information processing technology, etc. to realize the functions of the marine environment dynamic online monitoring, data real-time processing and visualization.

Key words: internet of things; marine environment monitoring; wireless sensor networks; 3G

0 引 言

目前, 海洋环境污染日趋严重, 每年有大量的重金属、有机物质、营养盐和放射性废物进入海洋。除此之外还有工业废物的热污染, 以及其他固体物质对海洋的污染。虽然海洋有自净能力, 但是, 海洋环境的恶化却在不断地加剧^[1]。因此, 保护海洋环境已成为各海洋国家的共识, 而保护海洋环境的重要环节就是海洋环境的监测。

随着现代科技的飞速发展, 物联网技术的兴起, 必将改变现有的海洋环境监测状况。但是, 目前物联网还没有一个被广泛认同的体系结构。物联网的概念最早是在1999年由美国麻省理工学院(MIT)的专家提出的, 一般定位为: 通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物品与互联网连接起来都可以进行信息交换和通信, 以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。物联网的特点是全面感知、可靠传递、智能处理^[2]。从一般定义中可知物联网主要是将传感网与互联网综合运用起来, 通过传感网将互联网的用户终端延伸到任何需要实时管

理的物品, 其目的是要让没有生命、为人服务的物品也能“开口说话”, 从而加强人与物的信息交流, 实现更高的工作效率, 节省操作成本, 体现“科技为人服务”的本质^[3]。在现有的海洋环境监测领域中, 主要是通过布设无线传感器网络, 即在监测区域内布置大量的廉价微型传感器节点, 通过无线通信方式形成一个多跳的自组织的网络系统, 目的是协作地感知、采集和处理网络覆盖区域中被感知对象的信息, 并将信息发送给观察者。现有的海洋环境监测技术未能真正实现智能化的海洋环境监测, 因此, 在本文中提出海洋环境监测领域中的物联网, 即将传感网与互联网综合运用到海洋环境监测中, 通过在监测海域搭建无线传感器网络采集海洋环境信息, 经互联网实时传输采集数据, 在数据接收端完成数据的接收与处理并具有管理整个系统的功能, 从而构建一种基于物联网的海洋环境监测系统。

1 系统结构与原理

本系统主要由三大子系统构成: 监测传感器节点网络、数据传输网络与服务器上的信息实时处理系统。各个子系统分别执行对监测数据的采集与发送、数据的传输、信息的

收稿日期: 2011-01-10

^{*} 基金项目: 上海市科委科研计划资助项目 (10510502800)

处理, 最终完成整个系统的信息可视化、查询、预测等功能。本系统的框架结构图如图 1 所示。

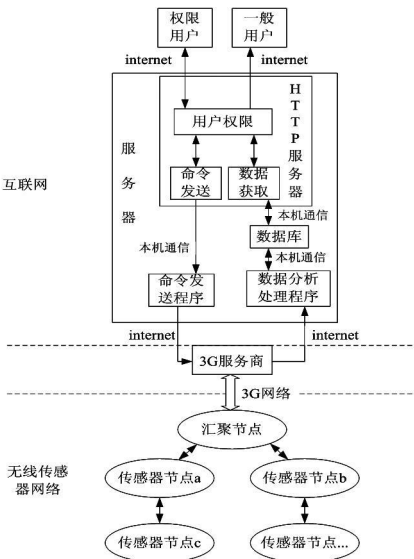


图 1 系统框架

Fig 1 System frame

整个系统的无线传感器网络由若干传感器节点、汇聚节点、数据中转装置、主控中心构成。首先通过传感器节点监测多种海洋环境参数, 经无线发射装置将各种参数信息传递给汇聚节点, 汇聚节点通过 RS485 串口将数据传递给以 ARM 处理器为控制核心的数据中转装置, 再以 3G 通信方式和主控中心进行交互。客户端通过浏览器实现数据的可视化, 实时动态地读取参数信息, 进行监测与查询。

2 系统的硬件设计

2.1 传感器节点的硬件设计

为了传感器网络的组建以实现数据的有效传输, 并保证节点电能的最大使用效率, 传感器节点采用 ZigBee 协议, 它以 IEEE 802.15.4 协议为基础, 致力于实现一种适用于固定、便携或移动设备使用的低复杂度、低成本、低功耗、低速率的短距离双向无线通信协议^[4]。本文传感器节点采用 Chipcon 公司生产的 CC2430 芯片作为控制核心。CC2430 芯片延用了以往 CC2420 芯片的架构, 在单个芯片上整合了 ZigBee 射频 (RF) 前端、内存和微控制器。它使用 1 个 8 位 MCU (8051), 具有 128 kB 可编程闪存和 8 kB 的 RAM 还包含模拟数字转换器 (ADC), 几个定时器 (Timer), AES 128 协同处理器, 看门狗定时器 (Watchdog timer), 32 kHz 晶振的休眠模式定时器, 上电复位电路 (Power on reset), 掉电检测电路 (brown out detection), 以及 21 个可编程 I/O 引脚^[5]。

2.1.1 传感器节点结构设计

根据本系统的实际应用要求, 以 CC2430 芯片为核心设计的传感器网络节点如图 2 所示。汇聚节点的装置中没有传感器单元。数据采集单元的传感器类型根据监测物理信号的形式决定, 主要有, CTD 温盐深仪、营养盐、重金属、

有机污染物、化学耗氧量、有机磷农药等传感器。实现多元海洋环境信息的综合集成, 初步建成海洋环境数值智能监测系统。每一个节点可以连接不同的传感器, 而且传感器安装位置可以调整, 水下水上结合进行探测以适应各监测点的要求^[6]。数据采集单元将传感器采集的信息经 ADC 通道进行采样。MCU8051 完成对数据的处理、存储以及收发工作, 并对电源模块进行管理等功能。无线通信模块负责数据和命令的传输。主控中心在发出读取数据的命令时, 该命令通过 3G 网络传给汇聚节点, 再经由汇聚节点的无线通信模块发出命令传递给传感器节点, 传感器节点完成数据的采集经无线通信模块将数据传输到汇聚节点, 通过 3G 通信模块将数据上传到主控中心完成数据的整个采集过程。

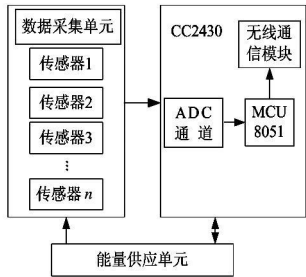


图 2 传感器网络节点

Fig 2 Sensor network node

2.1.2 传感器网络节点电源

本系统的能量供应模块分为充电管理模块、双电源切换模块。系统采用额定电压 12 V、容量 3 Ah 的铅酸电池供电。采用太阳能电池板为节点在野外工作时进行电能的补给, 充电管理模块则是根据日照情况和电池能量状态对铅酸电池进行合理、有效的充电。在太阳能电池板对电池充电时, 电池不能对系统进行供电, 因此, 设计中采用了双电源供电方式, 保持“一充一供”的工作状态, 双电源切换管理模块负责电源的安全、快速切换。

2.2 基于 3G 的无线通信方式

3G (3rd generation) 是第三代移动通信技术, 是指支持高速数据传输的蜂窝移动通信技术。3G 服务能够同时传送声音和数据信息, 速率一般在几百 kbps 以上。目前, 3G 存在 4 种标准: CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA、WiMAX。3G 系统致力于为用户提供更好的语音、文本和数据服务。与现有的技术相比较而言, 3G 技术的主要优点是能极大地增加系统容量、提高通信质量和数据传输速率。此外, 利用在不同网络间的无缝漫游技术, 可将无线通信系统和 Internet 连接起来, 从而可对移动终端用户提供更多更高级的服务。并且还具有快速登录、永远在线、按流量收费等优点。图 3 为 3G (以 WCDMA 为例) 通信结构框图。

3 系统的软件设计

系统的软件包括传感器节点、汇聚节点、主控中心三部分。

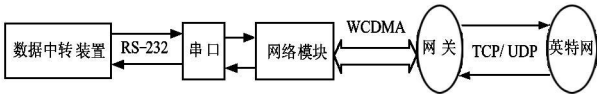


图 3 3G通信结构框图

Fig 3 Structural block diagram of 3G communication

3. 1 节点的 MCU软件

传感器节点、汇聚节点的 MCU8051单片机支持 C 语言程序设计。因此, 本系统采用 C 语言作为软件开发设计语言, 提高工作效率。图 4 为节点工作流程图^[7]。

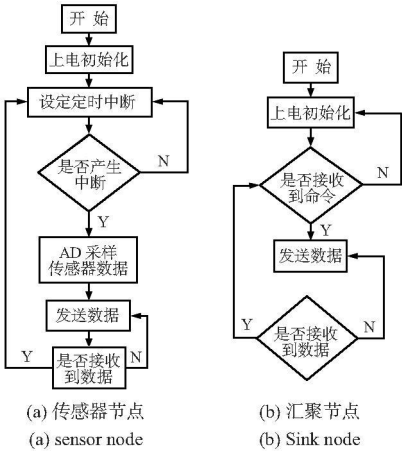


图 4 节点工作流程图

Fig 4 Flowchart of nodes working

3. 2 主控中心的软件设计

在控制中心的上位 PC 机要具有数据的存储与处理、数据的可视化、物联网的管理功能。以 Microsoft C++、ArcGIS Oracle 数据库为开发工具。整个系统采用 B/S 架构, 普通用户以浏览器的方式进行数据的查询与可视化, 权限用户可以进行传感器网络的管理。

4 系统的实验测试

以 pH 值为实验监测对象, 对系统的检测精度进行了测试。实验时以配制好的不同浓度电解液 pH 值进行监测。pH 值监测结果如表 1 所示, 图 5 为模拟出实验所测区域的 pH 值在 GIS 中的数据可视化表示, 不同颜色区域代表不同的 pH 值。经测试系统运行稳定, 数据传输稳定。

5 结束语

本系统通过物联网的技术实现海洋环境的智能监测, 并将数据可视化, 达到动态监测海洋环境的功能, 通过改变

表 1 pH 值监测结果
Tab 1 Monitoring results of pH

传感器节点编号	1	2	3	4	5	6	7	8
经度 (E)	121.956	121.906	121.856	121.806	121.806	121.856	121.906	121.956
纬度 (N)	30.876	30.869	30.875	30.869	30.920	30.920	30.920	30.920
pH 标准值	2.50	4.50	6.50	8.50	10.50	8.50	6.50	4.50
控制中心接收 pH 值	2.62	4.71	6.35	8.76	10.73	8.84	6.68	4.28



图 5 pH 值

Fig 5 pH value

传感器的类型可实现功能全面的监测。系统具有可靠性高、适应性强等优点, 具有一定的推广价值。本系统进行稍加改正可安装在海洋测量船上进行远海的监测。

参考文献:

[1] 姚 泊. 海洋环境概论 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 130

[2] 杨 鹏, 张 翔. 物联网研究概述 [J]. 数字通信, 2010(10): 27—30

[3] 胡向东. 物联网研究与发展综述 [J]. 数字通信, 2010(4): 17—21

[4] 张 莉. ZigBee 技术在物联网中的应用 [J]. 电信网技术, 2010 3(3): 1—5

[5] 马永强, 李静强, 冯立营. 基于 ZigBee 技术的射频芯片 CC2430 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006(3): 45—47

[6] 王 骥, 周文静, 沈玉利. 基于无线传感器网络的海洋环境监测系统研究 [J]. 计算机工程与设计, 2008 29(13): 3334—3337

[7] 刘广林, 汪秉文, 唐旋来. 基于 ZigBee 无线传感器网络的农业环境监测系统设计 [J]. 计算机与数字工程, 2010 38(10): 57—71

作者简介:

何世钧 (1965—), 男, 上海人, 博士, 教授, 主要从事海洋信息处理技术、自动控制与检测技术、传感器与数字技术等。

(上接第 12 页)
络负载较大时, 则可以选择 MACAW 协议, 因为它比 ALOHA 协议获得更好的性能。

参考文献:

[1] Akylidiz I F, Pompili D, Melodia T. Underwater acoustics sensor networks: Research challenges [J]. Ad Hoc Networks (Elsevier), 2005 3(3): 257—279

[2] Xie P, Cui J H. Exploring random access and handshaking techniques in large-scale underwater wireless acoustic sensor networks [J]. MTS/EEE Oceans 06, Boston MA, 2006, 1—6

[3] 李 宇, 黄海宁, 王 彪, 等. 水下移动声传感器网络的信道效率分析 [J]. 声学及电子工程, 2007(32): 31—34

[4] Parag J, Kurose J, Levig B N. A survey practical issues in underwater networks [J]. // Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Underwater Networks (WUWNet'06), Los Angeles Calif USA 2006: 17—24

[5] 李建东, 盛 敏. 通信网络基础 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 131—133

作者简介:

罗 娜 (1985—), 女, 广西玉林人, 硕士, 研究方向为水声无线传感器网络 MAC 协议。