

基于无线传感网的水雨情监测节点设计关键技术研究

曾 瑄,涂振宇

(南昌工程学院,江西 南昌 330099)

摘 要:及时准确采集和传输信息是水雨情监测系统的基本要求.文章分析了当前水文站点对水雨情的监测技术现状,随着无线传感器网络(WSN)的应用和普及,提出了在复杂环境下建立水雨情无线传感器网络的必要性,并对组建的网络节点硬件设计和节点定位问题做了分析和研究.

关键词:WSN;水雨情;节点设计

中图分类号:TP393.17 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-4701(2016)05-0317-03

0 引 言

随着经济社会的发展,人口增长过快,资源开发过度,水资源供需矛盾开始显现出流域水旱灾害、水土流失、森林生态功能退化、水污染呈加剧趋势、水环境质量下降等等问题.在自然和人类活动的双重作用下,湖泊迅速萎缩,水情和生态环境日益恶化,三水(洪水、渍水、地下水)危害加剧,已成为社会经济发展的主要制约因素.完善水雨情的实时监测系统,可以为科学利用水资源、防洪抗旱提供数据支持.20世纪80年代后期,各级各地的水利工程项目、水文站点都有了水位和雨情的监测的超短波遥测设备,20世纪90年代末期受互联网技术的影响,开始应用GSM短信技术进行遥测信息传输,但并未得到推广,21世纪开始由于移动通信技术的发展,GPRS的信息通信形式逐渐在水雨情监测系统中推广应用起来.由于系统监测区域面积大,站点分布范围广、地质情况复杂,所以对监测数据的传输是系统能否健康运行的关键^[1].

无线传感器网络是继互联网之后的第二大网络,《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006-2020年)》中,为信息技术确定了三个前沿方向,其中两个智能感知和自组网技术均与传感器网络直接相关.无线传感器网络在精细农业、智能电网等行业都有探索和应用,如张瑞瑞,赵春江等《农田信息采集无线传感器网

络节点设计》^[2],王卫星,罗锡文等《茶园信息采集无线传感器网络节点设计》^[3].在水文、水资源领域的探索和应用相对滞后,本文拟基于无线传感器网络,对复杂环境下的水雨情监测系统的节点构建关键技术进行初步探索和研究.

1 节点的硬件设计

无线传感器网络中,传感器节点的通信带宽、存储、计算和能量等资源是有限的,单个节点的功能相对较弱,网络总体具备丰富、强大的功能是由所有节点协作实现的.在基于无线传感器网络的水雨情监测系统中,传感器网络节点必须具有测量和路由双重功能,首先实现数据的采集和处理,再通过自组网的方式将采集的信息发送到监控中心,实现对整个监控区域的水位、雨量的实时信息采集.

1.1 节点的硬件结构

传感器网络节点由传感器模块、微处理器模块、无线通信模块、电源模块组成,如图1所示:传感器模块完成将水位、雨量信息转换为相关电信号送微处理器模块;微处理器模块是节点的核心模块,主要完成信号的采集和预处理;无线通信模块由无线射频电路和天线组成,它主要完成无线通信任务;电源模块是任何电路必备的基础模块,它关系到节点的寿命、成本、体积和网络设计的复杂程度,基于水位计和雨量计的耗能考虑,可

收稿日期:2016-10-13

项目来源:2015年江西省科技支撑项目(编号20151BBE50077).

作者简介:曾 瑄(1967-),女,大学本科,教授.

以选择可持续供电的太阳能电池板,配合太阳能控制器和蓄电池输出稳定电压。

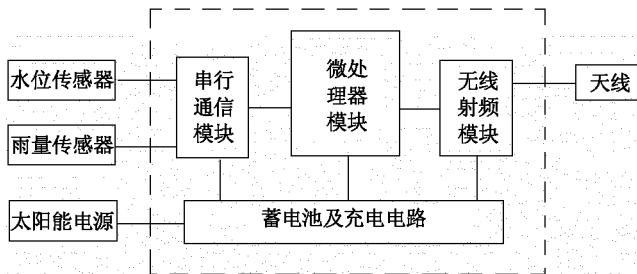


图1 节点硬件结构

1.2 水雨情数据采集

传感器作为信息源头,是水雨情监测系统准确捕获信息的首要环节,网络节点的硬件设计中,通常采用智能集成传感器。水位传感器目前普遍使用的有超声波水位计、压力式水位计、浮子式水位计等。综合考虑能耗、信息转换及安装问题,建议使用麦克式压力传感器。比如MPM4700型智能液位变送器,它采用压阻式OEM压力传感器,配合高精度智能化处理电路,将水位信号通过RS485串口输出;雨量测量国内普遍使用的是翻斗式雨量传感器,其开关量输出方便与微处理器的连接。

微处理器作为节点的核心,主要完成数据处理、存储、执行通信协议和节点调度管理等任务,设计者通常从节能、处理速度和成本等方面来考虑。目前通常使用的有两大类:以ARM为代表的高端处理器,其处理能力强,适合图像等高数据量业务的应用;以Atmel公司的ATMega128系列的AVR单片机(Mica系列产品均采用此处理器),TI公司MSP430系列超低功耗单片机为代表的低端微处理器,其处理能力较弱,但能量消耗也很小,对高效利用能量、延长网络生命周期至关重要。所以,在水雨情监测系统中,分布广泛的普通传感器节点可以考虑使用低功耗、具有多种电源管理方式的AVR单片机作为其微处理器,尽量节省节点能量;而在具有市电补充的位置安置网关节点,可以使用性能更强的ARM芯片。

1.3 数据通讯

网络节点设计中的另一个重要部分是无线通信模块,它是传感器节点中最主要的耗能模块,当前市场应用最普遍的是ZigBee和普通射频芯片,如RFM公司的TR1000;Chipcon公司的CC1000,CC2420;Nordic公司的nRF905等系列芯片,这些芯片各有所长,一般都能

提供ZigBee协议的配套开发套件。比如王卫星的茶园信息采集系统采用的是ATMega128+nRF905的核心模块;张瑞瑞的农田信息采集系统采用的是ATMega128+CC1000的核心模块;Chipcon公司还推出了CC2430、CC2530系列芯片^[4],它在无线通信模块的基础上嵌入了51内核的单片机,可以将节点设计中的微处理器模块和无线通信模块合二为一。陈克涛的农田环境因子监测系统采用Chipcon公司的CC2530芯片作为网关节点核心。

2 复杂环境下的不可达节点定位问题

在复杂的水环境下,无线传感器网络由部署在监测区域内的大量传感器节点组成,其中大部分是零散分布、功能结构都相对简单的传感器节点,少数为安装在指定位置,功能强大的网关节点(通常称这类节点为锚点)。在水雨情监测系统中,我们采集各节点的水位、雨量、发生的时间,同时还必须知道数据发生的地理位置。无线传感器网络节点的定位主要包括节点自身定位和目标定位,网关节点由于其安装位置已知,可以通过人工标定的方式确定,一般节点则需通过目标定位,即以锚点为参考,确定其在网络覆盖范围内所在的位置。网络节点定位算法有很多,李建坡的无线传感器网络静态节点定位算法综述中介绍了20多种算法^[5],这些算法可以归纳为两大类:基于测距的定位算法;无须测距的定位算法。

依据水雨情监测系统安装环境复杂,不便测距,所以基于测距的定位算法不适合本系统使用。无须测距的定位算法中,使用较多的有质心(Centroid)算法和DV-HOP算法,这两种算法都比较简单(一次计算定位),通信开销小,但质心算法更适合锚点密度相对较高的场合,本系统在大江大湖流域组网时,往往锚点密度较低,可以选择无须测距的DV-HOP算法。该算法依据距离矢量路由协议的原理在全网内广播位置和跳数,每个节点设置一个到各锚点最小跳数的计数器,它不断接收信息更新计数器,然后根据接收的锚点位置和跳数计算自身节点位置^[6]。如图2所示,已知锚点M2与M1、M3的距离和跳数。通过计算可以得到平均每跳距离(校正值)为 $(60+80)/(3+3)=23.33\text{ m}$ 。假设未定位节点A从M2得到校正值,则它与三个锚点之间的距离分别为 $L_1=3*23.33\text{ m}$, $L_2=3*23.33\text{ m}$, $L_3=2*23.33\text{ m}$,使用多边测量法就可以确定A点的位置了。该算法属于分布式算法,容易实现,并且通信开销

小。

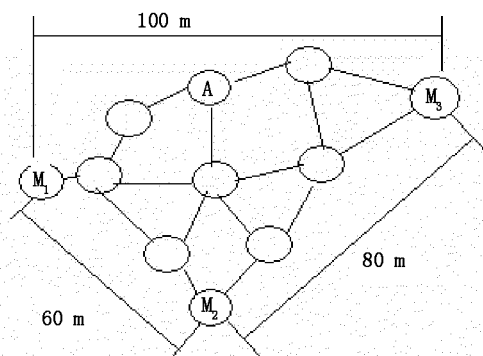


图 2 DV-HOP 定位算法

3 结 语

多年以来,国内大江大湖生态系统的变化令人瞩目,城市内涝也时有发生,用常规方法很难对其进行宏

观、动态、全面的研究。而无线传感器网络技术具有快速、宏观、跨时段、系统地进行大尺度调查、监测区域内水雨情的优势。对区域内生态系统科学合理的恢复和重建,同时为城乡防洪抗旱均有着重要意义。

参考文献:

- [1] 万浩平, 杨楠. 高虎脑水库水雨情监测系统设计与应用[J]. 江西水利科技, 2016(2): 62~66.
- [2] 张瑞端, 赵春江, 陈立平, 等. 农田信息采集无线传感器网络节点设计[J]. 农业工程学报, 2009, 25(11): 213~218.
- [3] 王卫星, 罗锡文, 孙道宗, 等. 茶园信息采集无线传感器网络节点设计[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 169~173.
- [4] 陈克涛, 张海辉, 张永猛. 基于 CC2530 的无线传感器网络网关节点的设计[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(5): 183~188.
- [5] 李建坡, 钟鑫鑫, 徐纯. 无线传感器网络静态节点定位算法综述[J]. 东北电力学院学报, 2015(2): 73~82.
- [6] 崔逊学, 左丛菊. 无线传感器网络简明教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.

编辑: 张绍付

Research on the key technology of hydrological monitoring node design based on wireless sensor network

ZENG Xuan, TU Zhenyu

(Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China)

Abstract: Timely and accurate collection and transmission of information is the basic requirement of water and rainfall monitoring system. This paper analyzes the current hydrological stations of water and rainfall monitoring situation, application and popularization. Based on wireless sensor network, puts forward the necessity to establish the hydrological monitoring of wireless sensor networks in complex environment and to realize the network node hardware design and network node localization.

Key words: WSN; Water; Rainfall; Node design

翻译: 曾 瑄