

# 基于物联网技术的水文监测系统<sup>①</sup>

李 强<sup>1</sup>, 刘晓峰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(山西省财政税务专科学校 经济信息系, 太原 030024)

<sup>2</sup>(太原理工大学 数学学院, 太原 030024)

**摘 要:** 针对当前水文监测系统快速发展的需求, 提出了一套完整可行的基于物联网技术的水文监测系统方案。在该方案中采用了各种新技术, 包括 Zigbee 无线传感网络技术、嵌入式技术、GPRS 移动通信技术、北斗卫星通信技术以及 B/S 架构技术等。系统测试结果表明: 该方案在实际全天候环境中稳定可靠, 可以实时或定时采集数据, 最大延时不超过 13 秒, 是一个理想的解决方案。

**关键词:** 物联网; 嵌入式技术; GPRS; 水文监测

## Hydrological Monitoring System Based on Internet of Things Technology

LI Qiang<sup>1</sup>, LIU Xiao-Feng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Information Department, Shanxi Finance & Taxation College, Taiyuan 030024, China)

<sup>2</sup>(College of Maths, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** According to the need of the current rapid development of hydrological monitoring system, this paper puts forward a complete and feasible hydrological monitoring system solution based on Internet of things technology. In this solution, all kinds of new technology are used, including the Zigbee wireless sensor network technology, embedded technology, GPRS mobile communication technology, the Beidou satellite communication technology and B/S structure method and etc. The scheme is stable and reliable in practical all-weather environment, which can acquire data in real-time, and the maximum delay is not more than 13 seconds, so it is an ideal solution.

**Key words:** IOT; embedded technology; GPRS; hydrological monitor

## 1 引言

物联网技术在我国快速发展, 不仅使信息技术重新焕发光彩, 而且其应用促进了其他行业的发展。物联网在农业中成功应用, 实现无人灌溉、恒温检测, 不但降低了人力成本, 而且提高了作物的更多价值<sup>[1]</sup>。物联网在电力安全保护监测方面也取成功应用, 促进了电力系统的智能化发展<sup>[2]</sup>。

水文监测技术是我国实现水文水利信息化的重要手段, 它标志着我国信息技术在水文、地质灾害、农业生产应用的水平。水文监测技术主要涉及传感器技术、嵌入式技术、通信技术、存储技术、信息处理技术以及人工智能等多种高新信息技术<sup>[1]</sup>。

物联网是将传感设备或智能仪表通过网络连接起

来, 进行信息交换, 实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络概念<sup>[3]</sup>。物联网涉及的主要技术有传感器技术、数据融合与智能技术、云计算和网络通讯技术。

随着物联网云计算技术的逐步发展, 智慧城市计划的推进, 给水文水利信息化的发展提供了巨大的技术支持和物质保障。特别是物联网关键技术的发展, 促进了水文监测系统核心技术逐步走向成熟, 给水文监测系统提供了又一次更高的发展空间和机遇<sup>[4]</sup>。

## 2 技术原理

基于物联网技术的水文监测系统有三大部分组成: 下位机系统、远程通讯系统和上位机系统。

① 基金项目: 国家自然科学基金(61072087)

收稿时间: 2015-01-13; 收到修改稿时间: 2015-03-02

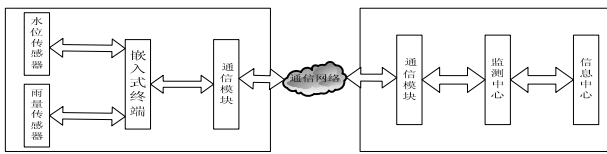


图 1 工作原理

下位机系统主要负责数据的采集、现场的控制、临时数据的存储。远程通讯系统主要负责将下位机采集的数据通过各种通讯途径传输到上位机系统中，并且将上位机中的命令传达到下位机系统中。上位机系统主要实现最终数据的大规模存储、数据的查询与统计分析分析和下位机工作模式的控制等等。

下位机系统主要包括：

- (1) Zigbee
- (2) 通信模块
- (3) 远程终端(网关)

上位机系统主要包括：

- (1) 通信模块
- (2) 数据库
- (3) 监听系统
- (4) 软件系统

远程通讯系统主要包括：

- (1) GPRS 方式
- (2) 短信方式
- (3) 卫星方式
- (4) 拨号方式

### 3 总体方案设计

该水文检测系统按照物联网的架构方式进行设计，分为三层：感知层、网络层和应用层。采用该架构方式既可以兼容过去和现在的设计系统，保护用户投资，又可以面向未来整体规划，使系统可以最大的支持未来发展的需要。

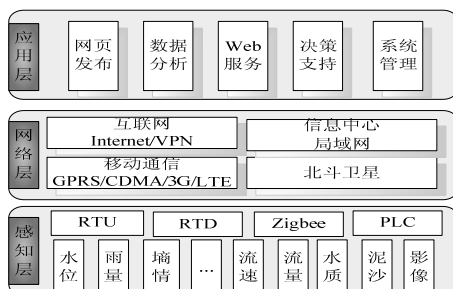


图 2 系统总体架构

在感知层中，主要涉及各类水文传感器、Zigbee、远程控制终端等设备。网络层，主要是可选的信息传输通道，主要涉及 GPRS、短信和卫星方式。应用层，是负责数据的存储和高级应用，主要包括监测软件、Windows 服务和 Web 服务等。

## 4 系统的设计

### 4.1 系统下位机

#### 4.1.1 硬件

因为该下位机部分将常年置放在户外河道周围，工作环境变化较大，可能遭受夏季高温、潮热天气、大量水蒸汽侵蚀、雷电大风、北方冬季冰雪等影响，所以器件按工业级标准选型，并且增加保护外壳、通风和防雷等措施。

下位机的工作过程是将各种传感器采集数据经过 A/D 转换，然后再通过 Zigbee 无线网络将数据传递到 ARM 处理机<sup>[5]</sup>，再以 Socket 套接字方式上传数据到上位机系统中。系统下位机硬件的组成如图 3 所示：

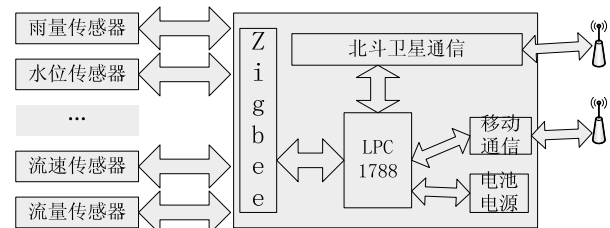


图 3 硬件结构

#### (1) 远距离通信：

通讯单元可以使用移动通信网络 GPRS 传输模块或北斗卫星传输模块进行远距离无线数据传递。根据低功耗和稳定的原则，选用 Simcom 公司的 SIM100 作为 GPRS 通讯模块，选用 FDBD3111 北斗 RDSS 射频基带模块作为卫星通信模块。

在 GPRS 流量方式下，系统启动时自动使用 PPP 拨号方式建立一条 TCP/IP 通信通道，通过与互联网的连接，实现移动互联网方式的数据传递。但是，在该方式下，如果长期没有流量，根据移动互联网的工作机制该 TCP/IP 通道将自动丢弃，为了保持会话不丢失，在嵌入式处理器上增加自定义定时程序，心跳监测和起搏程序 Keep Heartbeat()，以保证会话不被丢失，TCP/IP 信道的保持。

#### (2) Zigbee 无线网络节点

因为该系统采集的数据种类多,节点的架设常年在野外,所以传感器节点的数据传输效率和传输可靠性成为无线传感网络的主要性能指标.本系统中无线传感网路采用德州仪器生产的具有增强型 8051 微控制器内核的 CC2530 芯片,该产品具有更高的性价比、支持最新的 Zigbee 协议<sup>[6]</sup>.

### (3) 协调器

微处理器是整个下位机系统当中的控制核心,并且是网络协调器的核心,它的选择直接决定整个下位机系统的功能和性能.作为网络协调器,负责整个无线传感网络的管理和数据的转发,消耗大量的存储空间和计算性能,并且需要具有较高的数据吞吐效率和处理能力.此外,为了系统具有更高的性价比、低功耗和兼容性,该系统选用 NXP 的 LPC1788 处理器,该处理器基于 ARM 32-bit Cortex-M3 设计,最高运行频率为 120MHz,包含有 LCD 控制器,10/100 的以太网 EMAC,USB 全速 Device/Host/OTG 控制器,CAN 总线控制器,SPI,SSP,IIC,IIS 以及外部存储控制器 EMC 等资源电源模块.

### (4) 电源模块

本系统中大量的节点长期分布于户外,需要为各个系统部件提供电能支持,所以采用太阳能+双锂电池互补方式供电.在白天晴天的情况下太阳能边供电边充电,而在夜晚或阴天时,启用电池供电.因为该系统全部采用低功耗设计、主备用双电池供电,所以可以采用该方式长期供电.此外,经过低功耗方式设计和器件选型,锂电池后备最大供电时间可长达两周.

#### 4.1.2 程序

下位机中的程序包括 Zigbee 网络节点嵌入式程序



和协调器程序<sup>[7]</sup>.网络节点程序主要完成与之相连接的传感器的 A/D 转换.协调器程序不仅要完成数据的转发,即网关功能,而且作为下位机的控制中心,对各个部件实现监控和管理.协调器的主要功能如图 4 所示.

在本系统中协调器程序功能主要包括:系统参数的设置、传感器参数的设置、通讯参数的设置、定时监控和转发数据.

## 4.2 系统上位机

### 4.2.1 部署方案

目前,该上位机系统可以采用短信猫作为与下位机的通信设备并通过串口与监听服务器连接.使用多服务器架构方式实现消息监听、存储数据和信息发布.

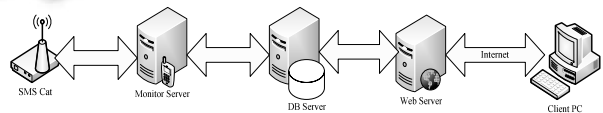


图5 服务器架构方案

Monitor Server 上部署自定义的 Monitor\_Service 服务,实现监听消息服务和消息队列服务,负责监听短信猫传来的消息,并传达到数据库中,在命令记录表中记录,以及将监控软件下达的命令排队和传送到下位机中去.

该 Monitor\_Service 服务是使用 C#语言开发的 Windows 服务,主要步骤有:

- (1) serial\_port()初始化 SM 串口
- (2) listen\_start\_runtime()校正系统时间,并添加日志
- (3) 开启消息监听线程 thread\_listener()和消息队列安排线程 thread\_messages( ).

如果有下位机消息,监听线程 thread\_listener()将消息交给 thread\_messages( )线程,完成消息的排队和数据库存储.如果有上位机的命令,消息监听线程 thread\_listener()将命令交给 thread\_message( )线程对命令排队,并在合适的时机将队首命令通过通信终端及时地发送到下位机去.

DB Server 装有 SQL SERVER2008 数据库管理软件,负责将消息数据和命令数据进行记录,以及提供数据服务.

Web Server 使用 C#语言和 ASP.NET 技术实现动态网页展示数据,并采用 Ajax 技术定时采集数据库中的信息并局部刷新页面,保证在 Web 页面中显示数据和显示图形不抖动.

### 4.2.2 监控软件



图 6 监控软件功能

在应用 Web 服务器上部署水文监测系统, 可以实现数据实时查询、设备远程监控、数据统计与分析、系统的配置等主要功能。

## 5 系统的测试

在实验过程中分两个阶段, 第一个阶段是室内模拟阶段, 将设备安装在深水池中模拟水位, 再通过人工浇水模拟雨量。第二个阶段是现场测试, 在汾河两条支流 5 个段内分别安建 5 台网关、5 台雨量传感器和 5 台水位传感器作为下位机测试系统。两种方式下上位机系统都部署在实验室中, 通过 GPRS 通讯方式和短信通讯方式与下位机连接。目前, 该系统已经在几个重要水文地区建立监测点、成功实施、投入应用, 其工作比较稳定、采集数据已经存入数据库中、设计工作模式和精度满足水文系统的设计标准。测试的数据和统计分析图如下所示。



图 7 实时监测

图 7 是在 2013 年 10 月 9 日 9 点 25 分开始测试, 设置每 5 分钟采样一次数据。

使用系统中的统计与分析功能可以看到任意输入时段内, 观测站的数据记录情况, 以及数据智能分析结果, 如整体趋势和历年比较等。如图 8 可以看到观测站水位的 8 个月的变化情况和趋势。

在测试环节中, 为了反应系统的时段特性, 我们

增加定时测试程序, 以反应系统不同时段的情况, 经过实验除了上午 10 点和下午 5 点最大反应时间超过 20 秒外, 基本数据采集时间小于 13 秒。经过分析, 可知该时段是移动通信的高峰期, 会对系统的反应产生更多的延时效应, 但不会产生致命的影响。

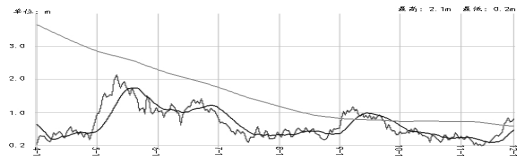


图 8 统计与分析

## 6 结论

随着传感器技术的迅速发展, 物联网技术的逐步成熟, 水文监测的内容将不断丰富和完善, 这对实现远距离无人值守、实时监测和减灾防治, 更好的服务于水利灌溉、农业生产、地质灾害监测具有重要的意义。

使用物联网关键技术、嵌入式系统和基于 GPRS 的移动通信方式, 多种工作模式控制, 以及户外全天候环境下的工作方式设计, 使系统具有低成本、低功耗、高扩展, 应用价值高和技术领先的特点。目前, 该系统方案已经在水文和气象领域中得到了广泛的应用, 为实现“智慧城市”计划提供了又一个成功范例, 下一步将在更多的地区得到广泛应用。在实施过程中, 我们又发现了很多新的课题, 例如实时高清影像采集数据的压缩、传送和存储, 将是下一个主要技术的突破点和亮点。

### 参考文献

- 1 陈威, 郭书普. 中国农业信息化技术发展现状及存在的问题. 农业工程学报, 2013(22):196-204.
- 2 崔阿军, 张华峰, 范迪龙, 赵明忠. 电力物联网安全防护技术研究. 电力信息化. 2013, 11(3):98-101.
- 3 李正明, 侯佳佳, 潘天红, 廖康. 基于 ZigBee 与 GPRS 的无线水文监测系统设计. 排灌机械, 2009, 27(3):184-188.
- 4 张洋洋, 赵建平, 徐娟娟. 基于物联网技术的水文监测系统研究. 通信技术, 2012, 45(4):108-111.
- 5 吴悦, 杨进平, 曹修定. ARM9 处理器在地质灾害监测仪器中的应用. 电子测量技术, 2007, 30(3):60-73.
- 6 马福昌. ZigBee 和 GPRS 技术在水文监测系统中的应用研究. 自动化与仪器仪表, 2008, 3:18-20.
- 7 余德华, 刘泽文, 张国学. 嵌入式水位雨量数据采集系统设计与实现. 人民长江, 2007, 38(10):115-117.