

物联网自动气象站远程数据采集处理系统

唐慧强¹ 周静艳¹

摘要

自动气象站观测数据的质量直接影响着短期数值天气预报的准确率.针对所研制的新型物联网自动气象站,设计并开发了集数据接收、显示、实时质量控制、监控、维护为一体的综合管理平台.该平台的建立将有助于物联网自动气象站的应用推广,并提供准确可靠的实时气象观测数据.

关键词

物联网;自动气象站;实时数据处理;质量控制

中图分类号 TP274

文献标志码 A

0 引言

在实现对气压、气温、降水量、风向、风速、辐射、能见度、土壤温度等多种气象要素进行全天候实时观测的同时,需要进行气象数据的自动采集、存储、处理和传输.物联网技术的成熟使自动气象站发展有了突破的可能,可进一步提高气象观测的自动化程度和集成化.自动气象站网的建设及时空密度提高,有助于提高气象预报的准确性,提高灾害性天气预警服务能力和灾害影响评估能力,减少气象灾害的影响,对汛期气象服务也将发挥重要作用^[1].

1 物联网自动气象站系统结构

本系统由物联网自动气象站、数据通信系统、远程采集处理主机、远程采集处理软件 4 大模块组成,如图 1 所示.

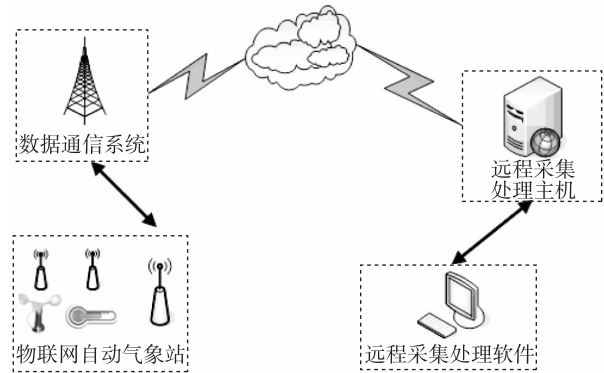


图 1 物联网自动气象站单站系统结构

Fig. 1 System structure of networking automatic weather station

自动气象站根据地形和气象要素分布情况进行合理、有效地布置,利用无线传感器节点定时采集各种气象要素,通过无线传感器网络传输给数据通信系统.

数据通信系统接收物联网自动气象站采集到的诸多气象数据,并通过 TCP/IP、GPRS、3G 等通信方式传输给远程采集处理主机.

远程采集处理主机接收通信系统传来的气象数据,对气象要素进行实时显示和质量控制;同时,根据系统输出的可疑、异常、错误等质量控制结果,反馈给自动气象站,以重新观测或发送观测数据;最

收稿日期 2011-08-20

资助项目 江苏省产学研创新资金项目(BY-2009104)

作者简介

唐慧强,男,教授,博士生导师,主要研究智能仪器及气象仪器.thq@nuist.edu.cn

¹ 南京信息工程大学 信息与控制学院,南京,210044

后生成完整和正确的实时数据报表,利用质量控制结果及时发现故障或受损节点,达到远程控制或维护自动气象站的目的.另外,还能开辟资料服务器,提供数据的共享.

2 数据采集处理系统设计

2.1 数据接收

考虑数据传输的可靠性和预防突发事件的影响,远程采集处理主机以 TCP/IP、GPRS、3G 等多种方式来接收自动气象站的观测数据,并按照规定的协议解析数据,按一定的格式存入数据库开辟的临时表中,保证数据的完整接收.

2.2 数据处理

远程采集处理软件从临时表中读取数据,以多种形式显示实时数据,并进行数据质量控制和处理,形成正确的观测结果,以月表形式保存到数据库中.在实时质量控制和处理中,如果遇到数据的异常、缺测、错误,则会产生报警.数据的处理和数据接收是两个相互独立的过程,不会因为数据处理的不及时而影响数据的接收,保证了数据接收的可靠性和稳定性.数据处理流程如图 2 所示.

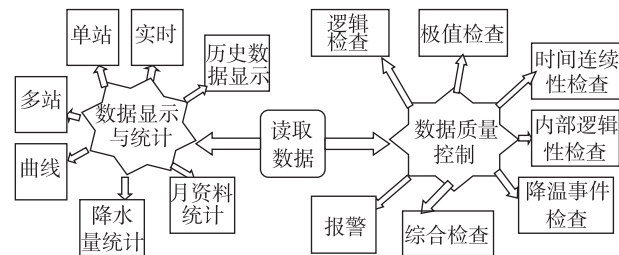


图 2 数据处理流程

Fig. 2 The block diagram of data processing

2.2.1 数据质量控制

1) 质量控制码标注. 设置 4 个质量控制码(1—3, L), 1 表示数据可疑, 2 表示数据异常, 3 表示数据错误, 数据的质量随着控制码数值的增加而降低, 本文中某气象要素缺测则用 L 来进行标注, 对正确数据不进行任何标注.

2) 逻辑检查. 逻辑检查用来检查出不符合逻辑的气象数据, 其质量控制码直接标注 3. 当进行逻辑检查错误或缺测后, 则检查结束.

3) 极值检查^[2]. 根据多年的历史观测数据和历史极值范围设定了各个要素每月的极值范围, 同时在长时间运行之后及时对极值进行调整. 当观测数据超出极值时, 对数据进行可疑处理, 对质量控制码

标注 1, 严重超出时作错误处理, 对质量控制码标注 3.

4) 时间连续性检查^[2-3]. 气象要素的变化速率超出规定的数值后, 则该资料视为可疑. 本文中的气象数据观测频率是每 10 s 一次, 所以本文采用 10 s 变化率来检查, 根据变化率的超出情况标注可疑、异常或错误. 在系统使用过程中, 需根据实际情况对要素的时间连续性变化速率进行更新.

5) 内部逻辑性检查^[1,3,4]. 根据气象要素之间的逻辑关系, 对同一个站点同一时刻的相关要素之间的气象学相关性进行检查. 包括同类要素之间的关系检查以及不同类型要素之间的关系检查^[5]. 该检查用来检验可疑和异常数据.

6) 进行剧烈天气事件引起的单站大幅度降温事件检查^[3], 防止被误判情况出现.

7) 对各检查结果进行综合分析, 如果某要素时间连续性、内部逻辑性的质量控制码 ≥ 3 , 无论极值检查的质量控制码多少, 则认为该数据错误, 即综合检查的质量控制码标注为 3. 如果某气象要素时间连续性、内部逻辑性的质量控制码为 2, 极值检查质量控制码为 1, 则认为该数据异常, 即综合检查的质量控制码标注为 2. 如果某要素时间连续性、内部逻辑性的质量控制码为 1, 极值检查质量控制码为 1, 则认为该数据可疑, 即综合检查的质量控制码标注为 1. 最后按照一定的格式存入数据库中的质量检查表中.

2.2.2 数据纠错及报警

对错误的的数据, 根据错误的类别, 发出重新发送或重新检测命令到对应自动站的相应传感器, 如出现同样错误 3 次以上, 则及时报警, 并尝试自动诊断或修复传感器, 以避免后续的数据错误. 每隔一定时间查询数据库中的质量检查表, 根据表中的情况, 实时发送报警信息给自动气象站和工作人员, 对数据进行及时修正和处理.

远程采集处理软件对接收到的实时数据进行质量控制处理后, 在后台数据库的质量检查表中记录异常数据情况.

2.2.3 曲线显示

自动气象站按照一定的时间间隔发送数据包给远程采集处理计算机. 需要把接收到的数据以曲线的形式显示出来, 以便了解气象数据的变化规律, 通过曲线的跳变及时发现可疑的数据. 本文中对温度、气压、相对湿度、降水量、风速要素进行了实时日曲线显示, 如果某时次的数据缺测, 则该点根据上次数值标

注为“△”.气象要素的曲线显示运行如图3所示.



图3 曲线绘制运行界面

Fig.3 The operation interface of curve drawing

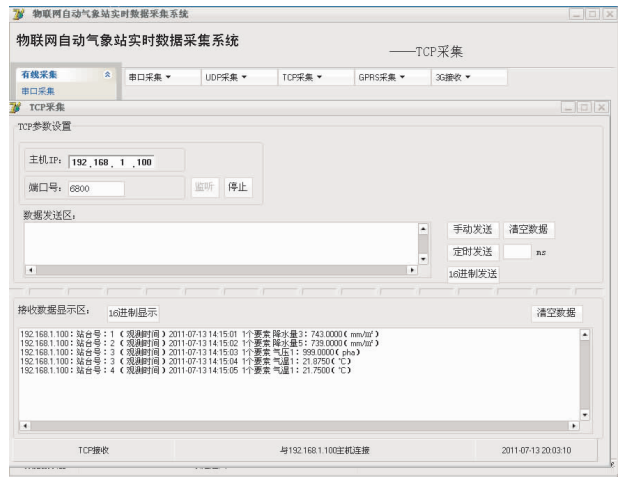


图4 数据采集运行界面

Fig.4 The operation interface of data acquisition

2.2.4 月资料统计

降水量统计可以实现对一个站点或者多个站点的任意时刻降水量的统计,通过设置站台号,开始时间和结束时间,点击确定按钮后,可以统计出该时间段内总的降水量.对日、月或多月的总降水量以图形模式显示.用户还可以对图形进行保存和打印,操作简单方便.

除降水外,远程采集处理软件在质量控制后还可对其他气象要素进行逐月统计.因此可完成月最高最低气温及观测时间、月平均气温、月累计降水量、日最大降水量及观测时间、月最大最小湿度及观测时间、月最高最低气压及其观测时间、月最大风速及观测时间等的统计.

3 远程采集处理软件的实现

采集处理软件采用 C/S 结构进行开发和设计.在 Windows XP 的开发平台下,选用 Microsoft SQL Server 2000 作为后台数据库,数据库前台控制界面使用 Delphi7.0 + ADO 来实现接收气象数据,入库并对其进行实时数据处理、监控,并完成自动气象站运行状态记录等操作.自动气象站实时数据采集运行情况如图4所示.数据纠错与报警功能运行如图5所示,自动处理数据库中质量检查表并自动反馈信息.

远程采集软件在处理形成最终气象数据的同时还保留有原始数据,方便后续工作人员使用和核对数据.系统设有各气象要素极值、变化范围的设定选项模块,在日后系统的运行中,可以根据实际情况进行修改,其操作简便.对于输入数据的格式和要求也



图5 数据纠错与报警运行界面

Fig.5 The operation interface of data error correction and alarm

做了严格的控制,从而保证系统不受误操作的影响而中断.

4 结束语

远程实时数据采集处理系统的建立,在实现数据采集的同时,经过实时质量控制后的数据,更具准确性、客观性和完整性,并能客观评价物联网自动气象站的质量情况.通过系统的完善与示范,有助于物联网自动气象站的应用推广,为气象部门提供具有代表性、比较性、准确性的实时气象观测资料,实现远程气象要素的观测和自动气象站的远程控制.目前,系统通过了小规模试验验证,并将在实际应用中不断完善.

参考文献

References

- [1] 赵州. 自动观测数据的实时监控与保障系统研究 [D]. 南京:南京信息工程大学信息与控制学院,2010
ZHAO Zhou. Study of AWS observation data in real time monitoring and protection system [D]. Nanjing: School of Information and Cybernetics, Nanjing University of Information Science & Technology, 2010
- [2] 窦以文,屈玉贵,陶士伟,等. 北京自动气象站实时数据质量控制应用 [J]. 气象,2008,34(8):77-81
DOU Yiwen, QU Yugui, TAO Shiwei, et al. The application of quality control procedures for real-time data from automatic weather stations [J]. Meteorology Monthly, 2008, 34(8): 77-81
- [3] 陈柏堃,郜庆林. 加密自动站市级中心站实时数据质

- 量控制分析 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(29): 12994-12996
CHEN Baikun, GAO Qinglin. Analysis of quality control for real time data of encrypted automatic weather stations from center station of city grade [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(29): 12994-12996
- [4] 刘小宁,任芝花. 地面气象资料质量控制方法研究概述 [J]. 气象科技,2005,33(3):199-220
LIU Xiaoning, REN Zhihua. Progress in quality control of surface meteorological data [J]. Meteorology Science and Technology, 2005, 33(3): 199-220
- [5] 中国气象局. 地面气象观测规范 [M]. 北京:气象出版社,2003
China Meteorological Administration. The ground meteorological observation standard [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2003

The data acquisition and processing system of automatic weather station based on Internet of Thing

TANG Huiqiang¹ ZHOU Jingyan¹

1 School of Information and Cybernetics, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract The quality of real-time meteorological data observed by the automatic weather stations directly affects the short-term weather forecast accuracy. For the new independently-developed automatic weather station based on Internet of Thing, the management platform integrated with functions of data receiving, display, real-time data quality control, monitoring and maintain is designed and developed. Setup of the platform is helpful to the application of the automatic weather stations based on Internet of Thing, which can supply the accurate and reliable meteorological observing data.

Key words Internet of Thing; automatic weather station; real-time data process; quality control