文章编号:1674-7070(2015)03-0234-07



邱忠洋[1]　李涛[1]　夏德群[1]

公路交通气象观测站监控系统的设计与实现

摘要

设计了一种新型高效的公路交通气象观测站监控系统.该系统主要包含两个方面的内容,一是采用多线程编程技术设计开发实时气象报文数据入库程序,二是对开源 ZedGraph 制图控件的修改和重新封装使用,并以 Oracle10g 大型数据库作为后台数据库,最终构建成由实时气象数据入库的程序和数据提取展示程序组成的监控系统.该系统不仅实现了对海量气象数据的存储备份,而且其监控展示功能可以更高效地为交通气象的监测预警决策提供依据.通过具体应用,证明了该系统在减少气象灾害对交通的影响方面是可行的、有效的.

关键词

公路交通;交通气象;多线程;监控系统;ZedGraph;大型数据库

中图分类号 TP311

文献标志码 A

收稿日期 2013-03-08

资助项目 江苏省高等学校大学生实践创新训练计划(N1885011010);公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306070)

作者简介

邱忠洋,男,硕士生,研究领域为计算机软件及地理信息系统.qzy_nuist@163.com

李涛(通信作者),男,博士,副教授,主要研究计算机软件及数据挖掘.lthnxx@21cn.com

1 南京信息工程大学 电子与信息工程学院,南京,210044

0 引言

交通是国民经济的重要基础性行业,对于地方经济发展、改善人民生活都具有十分重要的作用.随着交通快速发展,交通安全事故频发,交通安全保障问题越来越突出.我国倡导建设和谐社会、节约型社会,因此积极拓展交通与气象的合作空间,符合公路交通发展战略,也符合世界交通的发展趋势.中国气象局《综合气象观测系统发展规划(2010—2015 年)》要求建立与交通部门的合作机制,完成高速公路交通气象观测示范网建设,开展路面温度、道路综合状况、交通实景等交通气象观测设备选型、考核和定型等工作,制定相关标准规范和业务流程.到 2020 年,我国要建立和完善现代化的交通气象监测、警报、预警、预报综合系统,为交通运输的畅通和安全提供国际水平的气象保障服务[1].

为适应目前交通气象观测平台对气象数据从人工到计算机智能化管理的实际需要,建立一个新型的包含对实时数据入库和高效的提取气象要素数据并展示的公路交通气象观测站监控系统显得格外重要.本设计在此背景下应运而生.为适应实时气象数据迅速、及时和多样性的特点,本监控系统的入库程序采用多线程的编程方式,对接收的多种数据资料进行识别、分析、加工处理、质量控制、存储等.传统实时气象数据处理系统只针对单一资料进行处理,相比之下,本系统对气象数据处理效率提高,成本降低,设备利用更加充分.监控系统使用 Oracle10g 数据库和 PL/SQL 对多种海量气象要素进行存储管理,优点在于其具有高速处理数据、RAC workload 管理以及自动存储管理的能力.数据库中的海量数据可以用于气象业务平台、历史数据检索和气象数据挖掘等方面,本系统主要通过使用重新封装的 ZedGraph 制图控件将多种气象数据按照不同气象站点进行展示,其中包括对气象数据的质量控制、缺失率饼图展示、气象要素变化特征的折线图展示、设备运行状态的星点图展示等,另外,系统还包含对站点信息的添加、删除、修改等功能.本系统以其良好的实时性、较强的稳定性和广泛的适用性为交通气象的监测预警决策提供了依据[2-3].

1 系统设计

1.1 系统的功能要求

公路交通气象观测站监控系统是以交通气象数据入库以及信息

提取展示便于决策机构决策为目的的监控系统,在C/S模式下完成对气象数据的更新、入库,以及对数据的分析展示等功能,所以本设计至少应包含以下几方面的功能:

1)不同用户登录功能:设置不同用户的登录权限,一般用户仅具有只读权限,限制其写入数据的权限,对于系统管理员,则应赋予所有权限.

2)数据解析入库功能:采用GUI界面(屏幕输出)方式,给用户提供菜单按钮操作,通过源目录及目标目录的选择,对从服务器传来的数据文件进行解析并添加到数据库中以便查询.

3)气象数据展示功能:应包括对气象资料数据的质量控制功能、数据缺失率饼图显示功能、气象要素变化特征曲线展示功能以及设备运行状态的星型图显示功能.

4)站点信息管理功能:为适应不同用户对不同站点的操作需要,系统应包含对站点信息的查看、添加、删除、修改等功能,使得该系统的适用性、可拓展性更强.

5)气象数据生成报表功能:将已经入库的数据导出到Excel表格中,作为报表备份.

6)日志文件功能:利用日志文件记录程序运行的具体情况,以便日后查询使用.

1.2 系统总体设计框架

系统采用实时处理策略,多线程编程技术,修改并重载ZedGraph制图控件来实现[4].整个软件系统包含4个模块:

1)数据解析入库模块:其功能是将从服务器获取的海量报文资料检查解析导入数据库,程序包含多个线程处理数据,把不符合需求的报文提取出来放在error文件夹下,供用户分析.

2)用户信息模块:将用户信息存储到数据库中,并给用户设定权限,不同的用户将分配不同的权限,有管理员与一般用户之分,使得系统的适用性更强.

3)展示模块:包括数据质量控制模块,气象数据对比的折线图展示模块,路面状况、站点状态信息对比星图展示模块,数据缺失率的饼图展示模块,站点信息的查看、添加、删除、修改模块等[5].

4)查询并生成报表模块:将查询的数据导出到Excel表格中作为报表备份.

系统的详细功能模块如图1所示.

1.3 系统软件流程

公路交通气象观测站监控系统的设计采用C/S模式,具有气象数据更新快、实时性强、气象各要素显示直观准确等特点[5].系统客户端定时扫描处理报文,对于分钟湿度要素报文、能见度要素报文、路面状况要素报文、站点状态信息报文、自动站信息报文等进行海量数据处理时采用多线程编程方式,创建多个线程分别处理各类报文数据资料.具体监控系统的图像显示则有检查报文缺失率的饼图、气象要素数据资料展示的折线图、展示站点状态信息的星点图、气象要素实时数据列表等.程序的整体处理流程如图2所示.

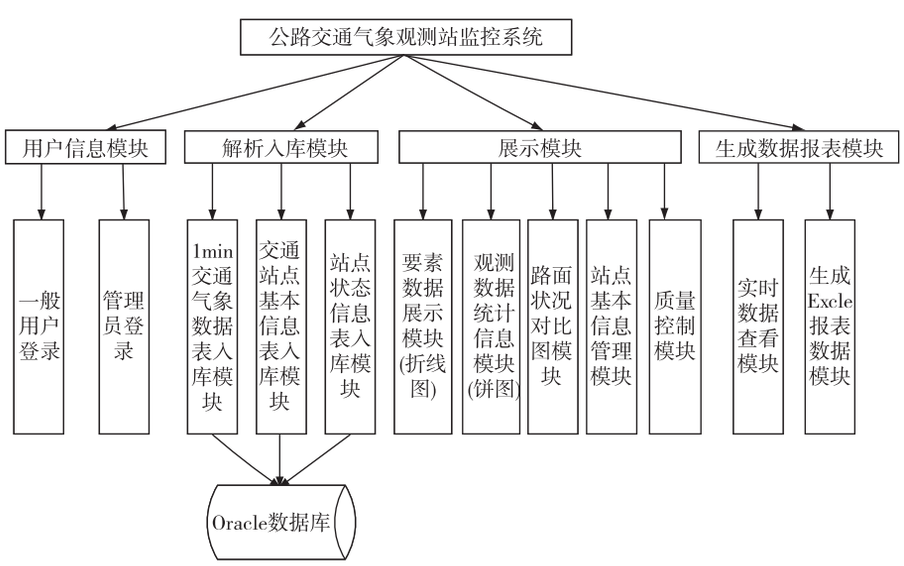


图1 客户端软件功能模块详细说明

Fig. 1 Functional modules of client software

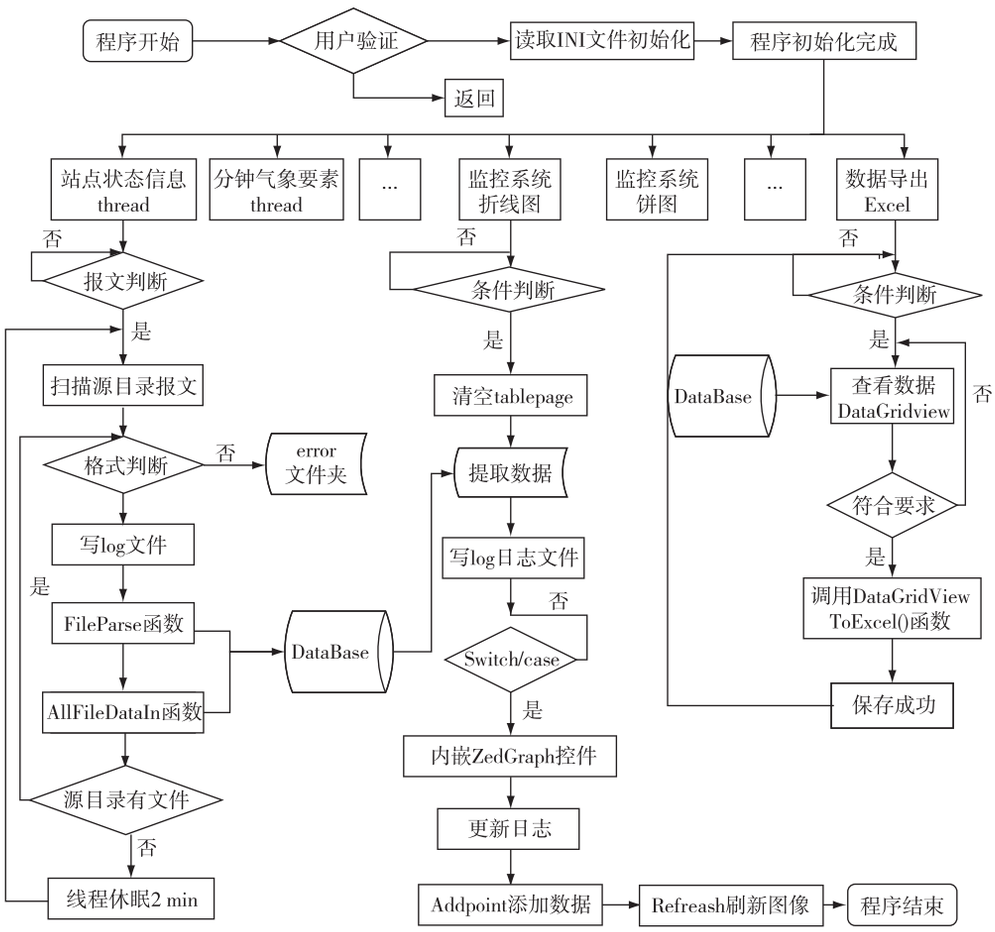


图 2　系统处理流程

Fig. 2　System processing flowchart

具体的流程如下：

1）启动程序,用户验证,若是管理员或是已经注册过的用户则可以进入系统并进行 initial 初始化；

2）初始化完毕,先对报文进行处理,不同的报文创建多个线程进行处理,进入相应线程；

3）对报文进行条件判断,是否符合已设定的边界条件要求,若符合则写入日志文件,若不符合则将文件放入 error 文件夹；

4）对符合条件的报文进行解析入库；

5）通过定时器每隔 2 min 唤醒线程扫描源文件目录,若源文件目录为空,线程挂起 2 min；

6）对监控系统中的统计图,在后台清空 tablepage,从数据库中提取数据并写入日志；

7）通过 Switch/case 判断气象要素种类,根据种类不同,利用重新封装的 ZedGraph 控件作图；

8）更新日志,通过 AddPoint 函数向 ZedGraph 控件中添加数据,最后刷新图像；

9）检查 DataGridView 中数据,在符合条件的情况下,导出到 Excel 中,不符合要求则返回；

10）程序结束.

2　系统关键技术与系统实现

2.1　开发工具及开发语言选择

本监控系统选择在 C/S(Client/Server)架构下设计开发,其优势在于可以充分利用两端硬件环境,将任务合理分配到 Client 端和 Server 端来实现,降低了系统的通讯开销,充分发挥客户端 PC 的处理能力.很多工作可以在客户端处理后再提交给服务器端,由于只有一层交互,因此客户端响应速度较快；其次,C/S 架构的界面和操作非常丰富,安全性能较容易获得保证,不难实现多层认证.

.NET 是多线程的编程环境,实现多线程不需要 Win32API,可以直接使用系统提供的类和方法,System.Treading 命名空间为开发人员提供多线程类和接口,可以直接利用它建立多线程程序.其中包含

Thread.Start()、Thread.Stop()、Thread.Abort()、Thread.Suspend()等简单的设置线程的状态,同时,System.Treading.Tread.Priority 还提供了现场优先级自高到低有 Hight、Above、Normal、BelowNomal、Lowest 5 级[6].开发语言选择 C#语言.C#语言是微软公司发布的一种面向对象的、运行于.NET Framework 之上的高级程序设计语言,其以强大的操作能力、优雅的语法风格、创新的语言特性和便捷的面向组件编程的支持成为.NET 开发的首选语言.

2.2 后台数据库选择

本监控系统处理的用户管理复杂,数据量庞大,数据内容丰富,并在处理气象数据过程中对海量数据的准确性、备份、查询检索、气象数据挖掘等的要求较高,因此需要一个性能强大的数据库作为外存数据库.经过比较,本监控系统选择甲骨文公司的 Oracle10g[7-8] 作为后台数据库,它可以满足海量气象数据存储需求,能够极大地提升系统的吞吐能力,并以其强大的兼容性提高了整个系统的稳定性,还可以实现跨平台的大量数据表转移,其扩展数据管理能力也很强,可有效地优化编译 PL/SQL 程序,对数据库中的表、视图、数据进行查询.

本系统按需求设计了用户表、站点状态信息表、1 min 交通气象数据表以及交通站点基本信息表等.系统主要数据表及主要字段如表 1 所示.

表 1 系统主要数据

Table 1 System data sheets

表名	表的字段
用户表	用户 ID 号、密码、用户权限等
站点状态信息表	区站号、观测时间、经度、纬度、海拔高度、质量控制标识等
1 min 气象数据表	最高气温、最高气温出现时间等
站点基本信息表	观测平台海拔高度、干湿表系数、自动站型号标识等

2.3 实时数据的获取入库及监控系统

1)数据处理流程如图 3 所示.在交通道路上布节点数据采集器,其采集器包括气温传感器、湿度传感器、路温传感器、风速传感器、风向传感器、能见度/天气现象传感器、雨量传感器、能见度传感器等,通过 Zigbee 将射频采集来的数据以包的形式无线传输到基站,再由基站以串口 RS232 协议将数据传递到服务器上,服务器向客户 PC 端传递数据使用 FTP 协议,当实时数据传递到客户 PC 端时,监控系统入库程序会实时将传来的数据进行解析入库,此时展示程序能够以折线图、饼图、对比图等方式对数据进行展示,为预警决策提供可靠依据[9].

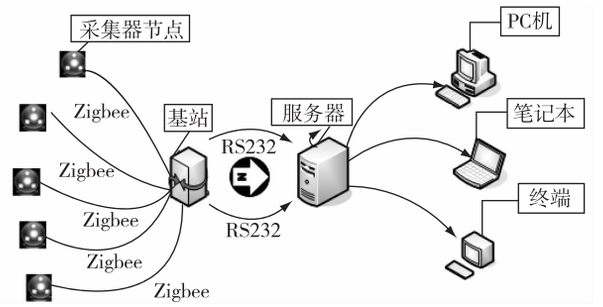


图 3 数据处理流程

Fig. 3 Data processing flowchart

2)对于通过 FTP 协议传递来的海量数据,使用监控系统中的入库程序进行处理,入库程序设了一个定时器,每隔 2 min 触发调用扫描文件的线程一次对源目录文件进行扫描,若发现报文则调用对应的线程对报文进行解析入库.报文种类多样,有站点状态信息报文、分钟气象要素报文、站点基本信息报文等,对不同的报文通过解析其报文的文件名进行判别,然后再使用相应的线程 Thread1、Thread2、Thread3 等对报文进行解析并入库,并将不符合解析条件的报文剔除并存放到 error 文件夹下.若扫描结果为空则将当前扫描线程挂起 2 min,入库流程如图 4 所示[10].

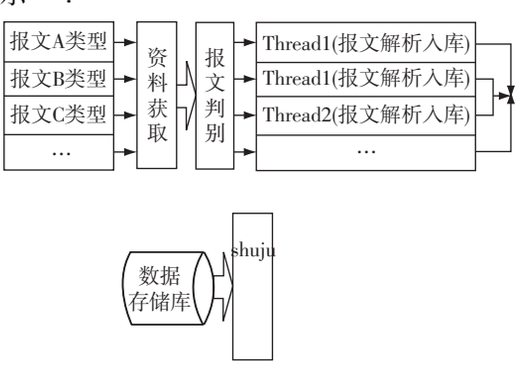


图 4 实时数据入库流程

Fig. 4 Real-time data storage flowchart

在入库程序使用多线程处理数据的过程中,一方面使用了线程同步机制,即处理数据的各线程依赖扫描主线程,需要扫描线程提供消息进行唤醒调用,而其他的线程则处于等待状态;另一方面当有若干个线程要使用共享资源时,又用到线程互斥机制,即任何时候最多只允许一个线程使用资源,其他要使用该资源的线程必须处于等待状态,直到占用资

源的线程释放了该资源.

3）存储在数据库中的海量数据可服务于气象业务平台、历史数据检索、气象数据挖掘等方面,本监控系统则是提取数据并使用 ZedGraph 和 Mschart 控件制图,以直观的方式为预警决策提供依据.其中数据展示方式有质量控制图、缺失率对比饼图、道路状况对比折线图、设备运行状态的星型图等,其流程如图 5 所示[11].

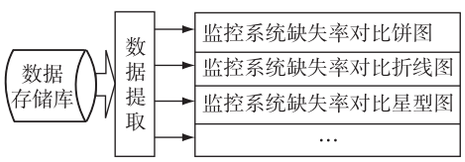


图 5　监控系统流程

Fig. 5　Monitoring system flowchart

2.4　ZedGraph 制图控件介绍

ZedGraph 是一个开源的.NET 图表类库,全部代码均由 C#开发.它可以利用任意的数据集合创建 2D 的线性和柱形图表,具有很高的灵活性,图表的每个层面几乎都可以被用户修改,同时为了保证类库的易用性,所有的图表属性都提供了缺省值.类库中包含的代码可以根据被划分的数据来选择适应的比例范围、步长和尺寸.ZedGraph 继承了 Framework 中的 UserControl 接口,允许用户在 VS 的 IDE 环境中进行拖放操作,增加了对其他语言的访问接口支持.本设计使用的 ZedGraph 控件参考资料来源于 http://sourceforge.net/projects/zedgraph/.

3　系统运行

本监控系统是在 Windows 环境下使用 Microsoft Visual Studio 2010 工具进行开发,软件试运行环境是在 Windows7 下,框架采用.NET Framework3.5,CPU 为 Inter(R)Core(TM)i5-2400,内存 4 G,数据库服务器则是安装在试运行的本机上.Microsoft Visual Studio 2010 作为微软为开发者提供的工具和框架,以其高效率、强灵活性深受开发者的喜爱,其强大的拖拽式软件开发方式使得开发变得快捷方便.系统采用 C/S 架构部署在 100 M 局域网内.实验表明系统各项性能良好,满足当前海量气象报文数据的入库展示的需求[12].

客户端程序的入库程序包含数据检查、数据解析和数据错误统计等功能,是保证气象数据监控准确性的前提.其程序运行效果如图 6 所示.



图 6　入库程序运行状况

Fig. 6　Interface of meteorological data storage

监控系统的展示图是对道路交通气象数据分析并用于决策的主要方式,本设计将数据库中的数据提取出来,智能地将数据以星型图、折线图、饼图的方式将数据直观地呈现出来,还包括将数据导出到 Excel 的功能,作为公路交通气象要素分析的依据.其运行效果如图 7—10 所示.

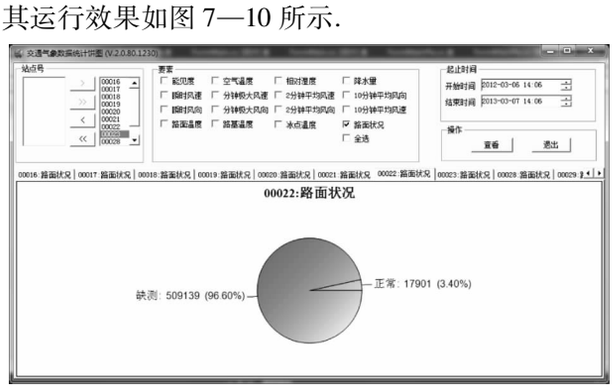


图 7　监控系统缺失率

Fig. 7　Interface of statistical analysis of monitoring data

4　结束语

恶劣气候是造成高速公路交通事故的主要原因之一.本文分析了我国目前交通气象观测技术发展的特点和现状,利用无线传感网技术,将实时采集的数据传递给数据处理中心,借助流行的数据处理技术,设计了公路交通气象观测站监控系统,有效地提高了交通气象服务质量,并节省了大量的人力、物力和时间,便于用户对影响交通的气象灾害及时作出

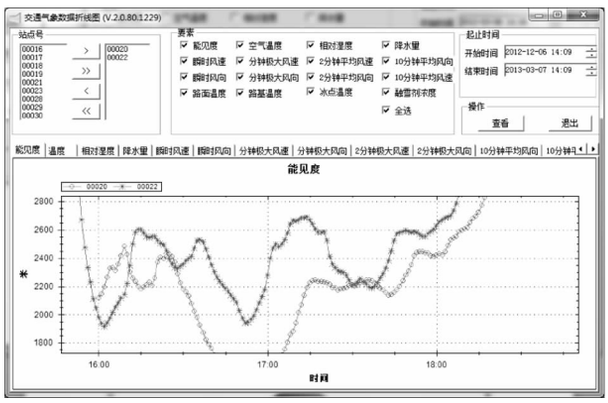


图 8　监控系统站点数据查询对比折线

Fig. 8　Interface of meteorological data comparison between different monitoring sites



图 9　监控系统数据查询导出 Excel 功能

Fig. 9　Interface of export monitoring data to Excel

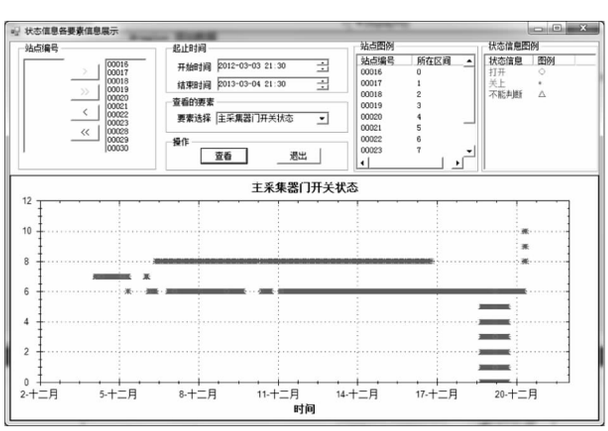


图 10　监控站点状态信息数据查询功能

Fig. 10　Interface of monitoring site status query

反应,成为决策机构对交通安全预报决策的有效依据.本系统已投入某省气象局实际业务运行应用,实践证明该系统对于减少气象灾害对交通的影响是可行的、有效的,直观便捷程度较之前的系统有了很大的提高.

参考文献

References

[1] 高太长,刘西川,刘磊,等.自动气象站及气象传感器发展现状和前景分析[J].仪器仪表学报,2008,29(8):127-133
GAO Taichang,LIU Xichuan,LIU Lei,et al.Current and prospective development of the automatic weather station and meteorological sensor [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument,2008,29(8):127-133

[2] 齐晓杰,赵静.公路交通智能监控系统软件的设计与实现[J].黑龙江工程学院学报,2010,24(1):1-4
QI Xiaojie,ZHAO Jing.Design and realization of the software for road traffic intelligent monitoring system[J]. Journal of Heilongjiang Institute of Technology,2010,24(1):1-4

[3] 李高健,王晓峰.基于 GIS 的复合海缆监控系统设计与实现[J].计算机应用与软件,2012,29(9):182-187
LI Gaojian,WANG Xiaofeng.Design and implementation of composite undersea cable monitoring system based on GIS[J].Computer Applications and Software,2012,29(9):182-187

[4] 薛建军,周杰,杜景林.改进型实时气象资料处理系统的设计与实现[J].计算机工程与设计,2012,33(4):1623-1628
XUE Jianjun,ZHOU Jie,DU Jinglin.Improved real-time system design and implementation of meteorological data processing[J].Computer Engineering and Design,2012,33(4):1623-1628

[5] 王伯林,胡玉峰,李佳.移动式自动气象站设计及其在应急气象环境监测服务中的应用[J].气象科技,2006,34(5):628-632
WANG Bolin,HU Yufeng,LI Jia.Design of mobile AWS and its application to meteorological environment monitoring service for emergency response[J].Meteorological Science and Technology,2006,34(5):628-632

[6] 高书亮,马玉发,杨东凯.基于多线程和消息的局域网通信程序实现[J].计算机工程与设计,2008,29(2):323-327
GAO Shuliang,MA Yufa,YANG Dongkai.Implementation for network communication based on multi-thread and message[J].Computer Engineering and Design,2008,29(2):323-327

[7] 华连生,丁宪生,吕刚.基于 Oracle 的气象数据共享系统[J].计算机应用,2010,32(增刊 2):162-165
HUA Liansheng, DING Xiansheng, LÜ Gang. Meteorological data sharing system based on Oracle[J]. Computer Application,2010,32(sup2):162-165

[8] Urman S,Hardman R,McLaughlin M.Oracle database 10g PL/SQL programming[M].McGraw Hill,2004

[9] 孟遂珍.国外高速公路的管理与气象信息[J].气象科

技,2000,28(4):60-62
MENG Suizhen. Management and meteorological information of foreign highway[J]. Meteorological Science and Technology, 2000, 28(4): 60-62
[10] 杨开杰,刘秋菊,徐汀荣.线程池的多线程并发控制技术研究[J].计算机应用与软件,2010,27(1):160-170
YANG Kaijie, LIU Qiuju, XU Tingrong. On multil-thread concurrent control technology for thread pool [J]. Computer Application and Software, 2010, 27(1): 160-170
[11] 冯民学.高速公路交通气象智能化监测预警系统研究[D].南京:南京信息工程大学大气科学学院,2005
FENG Minxue. Study on an intelligent traffic meteorologically monitoring and warning system[D]. Nanjing: School of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science & Technology, 2005
[12] 李兰友,杨晓光.Visual C#.NET 程序设计[M].北京:清华大学出版社,北方交通大学出版社,2004:50-56
LI Lanyou, YANG Xiaoguang. Visual C#.NET program design [M]. Beijing: Tsinghua University, Northern Jiaotong University Press, 2004: 50-56

Design and implementation of highway meteorological station monitoring system

QIU Zhongyang[1] LI Tao[1] XIA Dequn[1]
1 School of Electronic & Information Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract A new efficient monitoring system is designed for highway traffic meteorological observation stations. This system is composed of two parts, the real-time meteorological data storage procedure, which is designed and developed by multi-threading, and the modified and reused open-source ZedGraph drawing controls. Backed up with the use of Oracle10g database, the monitoring system integrates the real-time meteorological data storage and data extraction and display. The system realizes the storage and backup of a large volume of meteorological data and provides basis for traffic management and warning decision through its monitoring and display function. Practical application results show that this system is feasible and effective in reducing the impact of meteorological disasters on highway traffic.

Key words highway traffic; traffic weather; multi-threading; monitoring system; ZedGraph; large-scale database