

灾害防御区域气象观测站服务数据 监测系统设计

康 庄^{1,2}

(1. 成都信息工程大学 网络空间安全学院, 成都 610225;

2. 河南省商丘市气象局, 河南 商丘 476000)

摘要: 受到灾害防御区外界环境干扰, 观测站服务数据监测结果不精准, 提出灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统设计; 利用 TS910 测控通信设备采集区域灾害防御气象观测站的服务数据, 结合现场的视频图像, 获取预警信息; 报警子系统采用不同颜色的灾害预警指示灯, 结合采用控制中心和探测引擎构建防御子系统, 抵御外部攻击, 避免受到外部环境的干扰; 利用 ArcGIS 模块处理业务数据, 根据所设计的监控和预警功能, 结合 Web-socket 通信协议设计出三维可视化流程, 并将结果实时地显示在计算机上; 将冷空气等级作为评判未来天气趋势预判指标, 以此为实验对象进行验证分析; 由实验结果可知, 该系统天气数据监测结果与实际结果一致, 具有精准监测效果。

关键词: 灾害防御区域; 气象观测站; 服务数据; 探测引擎; WebSocket 通信协议

Design of Service Data Monitoring System for Regional Meteorological Observation Station for Disaster Prevention

KANG Zhuang^{1,2}

(1. Cyberspace Security Academy, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China;

2. Shangqiu Meteorological Bureau of Henan Province, Shangqiu 476000, China)

Abstract: Due to the interference of the external environment in the disaster prevention area, the service data and the monitoring results of observation station are not accurate. In this paper, puts forward the design of the service data monitoring system of the meteorological observation station in the disaster prevention area. By TS910 measurement and control communication equipment, it is used to collect that the service data of regional disaster prevention meteorological observation station, combined with the on-site video image, the early warning information is obtained. The warning subsystem uses different colors of disaster warning indicators, combined with the control center and detection engine to build a defense subsystem to resist external attacks and avoid interference from the external environment. Using ArcGIS module to process business data, according to the designed monitoring and early warning functions, combined with websocket communication protocol, a three-dimensional visualization process is designed, and the results are displayed on the computer in real time. The cold air level is used as the prediction index to judge the future weather trend, which is used as the experimental object for verification and analysis. The experimental results show that the monitoring results are accurately consistent with the actual results.

Keywords: disaster prevention area; meteorological observation station; service data; detection engine; websocket communication protocol

收稿日期: 2021-06-01; 修回日期: 2021-07-29。

基金项目: 中国气象局预报员专项(CMAYBY2019-070); 2021年商丘市气象局科研计划项目(SQ202105)。

作者简介: 康 庄(1989-), 男, 河南商丘人, 大学本科, 工程师, 主要从事气象服务与灾害防御技术方向的研究。

引用格式: 康 庄. 灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2022, 30(1): 86-91.

0 引言

近年来，我国自然灾害发生概率较大，给社会经济造成无法估量的巨大损失^[1]。因此需要建立一套有效的防范机制，在灾害来临之前能够提前作出预警，使人们及时做好防御和撤离等有效措施。由于自然灾害种类多，地域分布广，极易引发山洪暴发和山体滑坡等灾害。气象预警监测人员通过预警信息系统及时向当地气象局发送预警信息，相关管理人员立即将接到的预警信息转发或通知当地群众，并通过电子显示屏和扬声器播放，使预警信息迅速遍布各个地方^[2]。但是，由于大部分区域自动气象站建在农村地区，地域限制导致监测站数量较少，看护监测能力差^[3]。

就当前情况，提出了基于物联网技术的灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统设计方案，该系统结合物联网数据挖掘方案，结合人工智能手段，监测观测站服务数据。然而，该系统一旦断网就无法正常使用，导致数据监测精度较低；使用基于专家知识决策的灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统设计方案，该系统通过监督和非监督方式实现观测数据的快速分类，由此进行服务数据监测。然而，该系统存在分类样本过多、方式复杂，可能会产生错误信息，导致数据监测精度较低。面对该情况，提出了灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统设计。

1 系统硬件结构设计

根据灾害防御区域气象灾害的特点，构建观测站服务数据监测系统，该系统包括灾害监测子系统，预警子系统和防御子系统三大部分，如图 1 所示。

由图 1 可以看出，数据库服务中心作为核心内容，能够实现全程自动化的数据采集、传输、存储和处理，以及报警和信息发布等功能。以数据库服务中心为基础，依据监测子系统监测气象信号，利用预警子系统通报气象信号，通过防御子系统实时记录和处理预警信息，为灾害危险探测引擎提供数据支持。利用网络 GIS 服务器和因特网联网，使用户能够快速查询探测信息^[4]。

1.1 监测子系统

监测子系统主要是对气象信号进行实时监测，能够提前预测灾害发生的可能性，在灾害发生之前争取更多的时间来采取相应的防范措施^[5]。

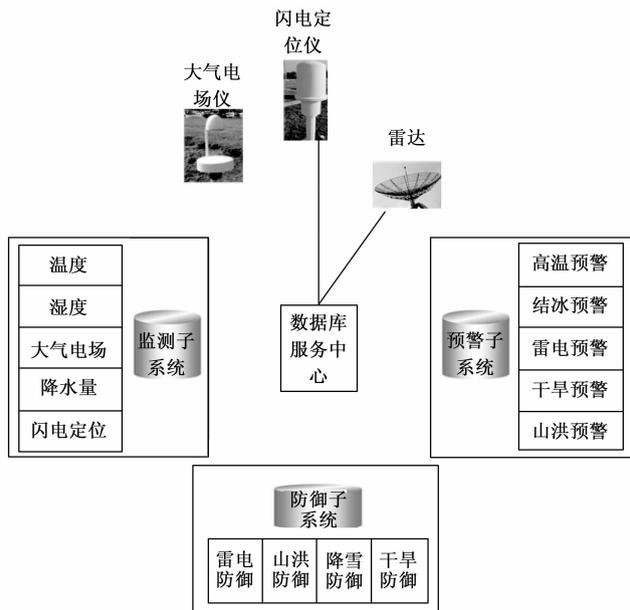


图 1 系统硬件结构

监测子系统结构如图 2 所示。

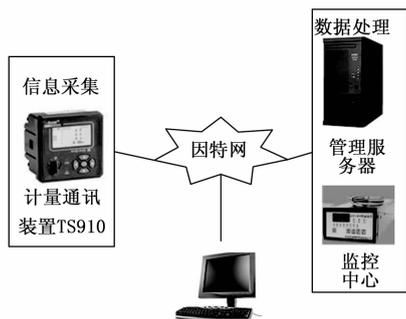


图 2 监测子系统结构

由图 2 可知，本系统采用现场数据采集、无线数据传输和数据处理中心相结合的方式，利用 TS910 计量通信系统实时采集降雨、位移、土地变化、气候变化等参数的视频图像，并通过仪器供电的无线网络及时准确地向中心平台传输数据^[6]。中心数据平台对返回的数据进行处理和分析，实时掌握和显示现场降雨量及地质变化情况，并结合现场视频图像进行预警^[7]。

监测子系统各个模块如下所示。

1) 森林火灾监测模块：

该监测模块是对森林防火工作进行科学规范的信息化管理，能够及时发现和报告火灾隐患^[8]。先进的数字化森林监控是消除森林火灾隐患，切实提高森林

环境保护工作效率和质量的重要手段^[9]。

2) 气象在线监控模块:

在线气象监测系统可监测降雨量、风量和光照强度,并将数据反馈到有关部门,用于发布洪水和台风预警以及采取相关措施,以便公众根据自然气象信息及时安排农业、生活和出行以及旅游活动等^[10]。

3) 地质监测模块:

该监测模块能实时采集、传输、计算和分析地质相关监测数据,实时掌握作业安全状况,能够帮助管理部门分析历史数据变化过程和现状,以便及时发现和预测^[11]。一旦位移量或移位速率超过报警边界值等异常情况下,系统及时发出预警信息^[12]。

1.2 预警子系统

针对预警子系统设计,需结合移动通信网络部署监测网点,并利用预警信号的方式进行及时的通报^[13]。预警子系统结构如图 3 所示。



图 3 预警子系统结构

由图 3 可知,依据气象观测站服务数据,将预警信号分为四个等级,分别是一般、较重、严重和特别严重,将这四种等级用 LED 指示灯来表示,分别是蓝色、黄色、橙色和红色^[14]。

1.2.1 高温预警

当炎热夏季来临时,经常会出现高温多雨的天气,需对极端天气进行预警^[15]。当连续三天温度都高于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$,则系统自动触发 LED 灯,黄灯亮起;当 24 小时内温度超过了 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$,则系统自动触发 LED 灯,橙灯亮起;在任意时刻下,温度超过了 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,则系统自动触发 LED 灯,红灯亮起。

1.2.2 结冰预警

路面结冰给正常交通带来较大影响。当路面温度

低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,并伴有降水,在未来 12 小时内有 50% 机会路面结冰,则系统自动触发 LED 灯,黄灯亮起;当路面温度低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,并伴有降水,在未来 6 小时内有 50% 机会路面结冰,则系统自动触发 LED 灯,橙灯亮起;当路面温度低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,并伴有降水,在未来 2 小时内有 50% 机会路面结冰,则系统自动触发 LED 灯,红灯亮起^[16]。

1.2.3 雷电预警

雷电灾害是一种危险性极大的自然灾害,极易引发火灾或人们对人们生命造成威胁。当未来 12 小时内有 50% 机会出现雷电活动,则系统自动触发 LED 灯,黄灯亮起;当未来 6 小时内有 50% 机会出现雷电活动,则系统自动触发 LED 灯,橙灯亮起;当未来 2 小时内有 50% 机会出现雷电活动,则系统自动触发 LED 灯,红灯亮起^[17]。

1.2.4 干旱预警

严重的干旱情况会给当地农作物带来危害,当 50% 以上农作物出现干枯现象,则系统自动触发 LED 灯,橙灯亮起;当 10% 以上农作物出现干枯现象,则系统自动触发 LED 灯,红灯亮起^[18]。

1.3 防御子系统

为了避免该系统在监测过程中,受到外界环境干扰,设计了防御子系统^[19]。该系统主要是由灾害防御区域气象观测中心站和灾害危险探测引擎组成的,其中灾害防御区域气象观测中心站通过实时记录和处理预警信息,为灾害危险探测引擎提供数据支持。而灾害危险探测引擎负责结合移动通信网对数据包进行捕获、处理和响应。

2 系统软件部分设计

根据监测系统需求,设计了智能化软件系统,实现对数据资料的监测、处理、分析与显示。

2.1 服务数据处理功能

在 ArcGIS 业务数据处理模块中,数据组织具有特殊性。为了实现数据的自动处理,首先要将原始数据转换成格式,对不合理的数据进行规范、剔除、修正,形成可识别的数据类型,然后在 ArcGIS 中存储 SHAPE 文件^[20]。最后在不需要复杂的拓扑结构的情况下,由自动站和区域自动站采集实时气象数据,并将其转换成 SHAPE 文件,便于后期利用 ArcGIS 进

行有力的地面统计分析。

服务数据处理流程示意图，如图 4 所示。

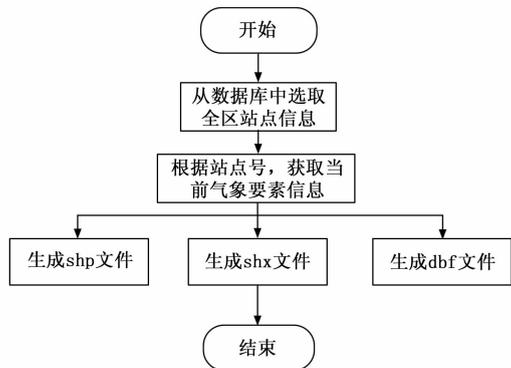


图 4 服务数据处理流程示意图

由图 4 可知，将气象观测站采集到的实时数据上传到服务端，由服务端每间隔 1 小时上传向主机传送一次数据，传送的数据以文件形式存在服务器数据库中。为了减少文件在磁盘中存储所占用的内存，需将文件转换成 SQL 语句形式存储到数据库中，同时删除地理位置、站点名称和编号信息。

2.2 监测预警功能

当气象灾害发生时，常伴有雷雨或者冰雹等恶劣天气状况。针对气象灾害种类多、危害性大的特点，在对监测预警模块设计时，临时文本文件是通过扫描数据库元素在某一时刻的预设阈值，筛选出符合预设阈值且超出警告值的元素而生成的。调用不同元素的标记符号，按照预先设定的指令，启动音乐报警或短信报警，以实现监控报警功能。

监测预警流程如图 5 所示。

2.3 三维可视化流程设计

根据 WebSocket 通信协议，通过客户端向主机提供服务数据，并将数据传送的移动端进行处理，实时反馈结果至客户端。待数据信息上传至 Socket 服务器，WebSocket 实例将被快速构建，借助 OnOpen 方法将构建内容进行三维可视化展示。

三维可视化流程，如图 6 所示。

从图 6 可以看出，服务数据是通过调用方式传递到服务器的，并且在客户机输入和提交服务数据之后进行初始化。在客户机上点击“开始”、“暂停”和“停止”按钮，将数值模拟计算线程控制的消息发送到服务器。同时将计算结果在客户端监控服务器上返回，完成加载和可视化绘制，实现客户端三维动态可

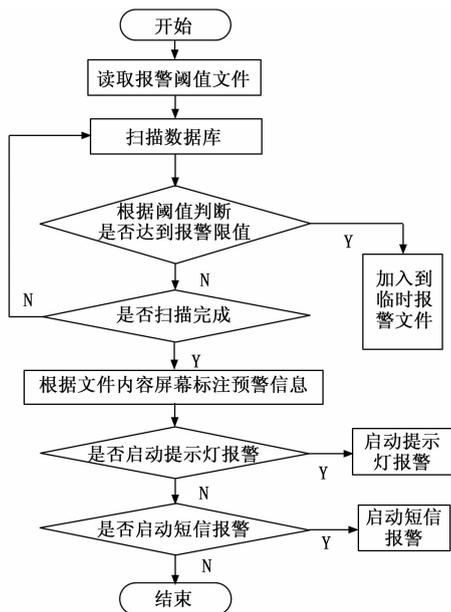


图 5 监测预警流程设计



图 6 三维可视化流程

视化的实时计算和显示。

3 实验

为了验证灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统设计合理性，进行实验验证分析。

3.1 实际数据分析

从观测站和预测站两个服务端提取灾害防御区域气象观测站服务数据，得到的自动站观测资料各要素名称如表 1 所示。

表 1 观测资料

序号	要素	序号	要素
1	时间	7	最高气压
2	2 min 平均风向	8	最低气压
3	2 min 平均风速	9	最高温度
4	雨量	10	最低温度
5	最高气温	11	5 cm 地湿
6	最低气温	12	10 cm 地湿

3.2 实验结果与分析

冷空气是导致大风、雷雨、结冰等自然灾害主要因素，冷空气等级划分如表 2 所示。

表 2 冷空气等级划分

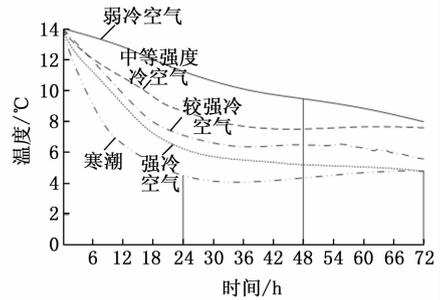
等级	标准
弱冷空气	在 48 h 内降温幅度小于 5 °C
中等强度冷空气	在 48 h 内降温幅度大于等于 5 °C, 小于 8 °C
较强冷空气	在 48 h 内降温幅度大于等于 8 °C, 最低温度未达到 4 °C
强冷空气	在 48 h 内降温幅度大于等于 8 °C, 最低温度达到 4 °C
寒潮	在 48 h 内降温幅度大于等于 10 °C

分别使用基于物联网技术、基于专家知识决策和所研究的灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统监测冷空气数据，监测结果如图 7 所示。

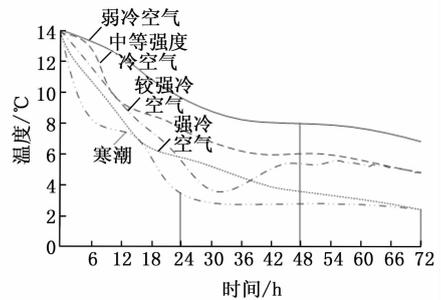
由图 7 (a) 可知，使用基于物联网技术监测系统监测到的弱冷空气、中等强度冷空气、较强冷空气温度变化与实际变化情况一致，而监测到的强冷空气、寒潮温度变化与实际变化情况不一致。在 48 h 内，强冷空气降温幅度在 8 °C 之上，未达到最低温度值；寒潮降温幅度小于 10 °C，与标准的大于等于 10 °C 相不一致。

由图 7 (b) 可知，使用专家知识决策监测系统监测到的弱冷空气、中等强度冷空气、较强冷空气、寒潮温度变化与实际变化情况一致，而监测到的强冷空气温度变化与实际变化情况不一致。其中强冷空气虽然在 48 h 内降温幅度大于等于 8 °C，但未达到最低温度值。

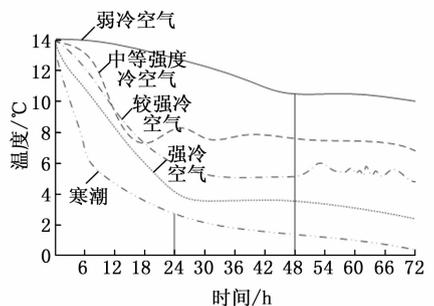
由图 7 (c) 可知，使用所研究的监测系统监测到的空气温度变化与实际变化情况一致。



(a) 基于物联网技术监测系统



(b) 专家知识决策监测系统



(c) 所研究的监测系统

图 7 三种系统冷空气数据监测结果对比分析

通过上述研究结果可知，所研究的灾害防御区域气象观测站服务数据监测系统数据监测结果与实际结果一致，说明该系统监测精准度较高。

4 结束语

针对灾害防御区域气象影响问题，提出了观测站服务数据监测系统设计。以冷空气监测为研究对象进行实验验证分析，该系统具有精准监测结果，为气象灾害防治提供科学依据。

由于研究时间有限，设计的监测系统只是基于观测站资料研究的，只能为监测系统提供一个简单依据，有关三维显示重要内容还未涉及。因此，在后续工作中应优化以下几点：

- 1) 在微机上三维可视化显示站点天气数据，形成多时段连续动画；

2) 基于气象卫星云图和气象雷达图三维叠加显示气象数据场;

3) 用贴图法实现三维地图底图显示和人机交互地理定位, 三维叠加显示矢量场气象数据。

参考文献:

- [1] 侯淑梅, 孙敬文, 孙鹏程, 等. 基于加密自动气象观测站和国家气象观测站的山东省极端短时强降水时空分布特征的对比分析 [J]. 气象, 2020, 46 (2): 200-211.
- [2] 刘丽丽, 李英华, 王雪莲, 等. 基于观测系统模拟试验的海表气象观测站点布局方案研究 [J]. 气候与环境研究, 2019, 122 (6): 51-62.
- [3] 徐新良, 张亚庆, 王世宽. 基于气象站观测数据的京津冀城市扩展对气温变化的影响研究 [J]. 地球信息科学学报, 2019, 21 (7): 1086-1096.
- [4] 谢洁岚, 卢超, 高瑞泉, 等. 深圳 356 米气象塔观测数据的质量控制方法和空气动力学参数研究 [J]. 热带气象学报, 2020, 36 (2): 47-56.
- [5] 朱玲, 顾正强, 龚强, 等. 辽宁省积雪对自动气象站观测地气温差的影响 [J]. 冰川冻土, 2019, 41 (2): 41-51.
- [6] 张李元, 左少华, 江锦春. 基于 NB-IoT 技术的小型自动气象站监测系统设计 [J]. 气象科技, 2020, 48, 283 (6): 40-46.
- [7] 刘在科, 李家钢, 李强. 基于中国近海海上平台的水文气象监测系统示范 [J]. 中国造船, 2019, 60 (S1): 468-476.
- [8] 周校, 李长君, 王吉军, 等. 复杂观测环境下 GB-SAR 的气象扰动分析及改正 [J]. 测绘科学, 2020, 45, 260 (2): 83-88.
- [9] 容锦盟, 周丹, 罗静, 等. 4 种干旱指标在华北地区气象干旱监测中的适用性分析 [J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37 (1): 259-267.
- [10] 刘宏, 王天正, 晋涛, 等. 基于气象灾害监测雷达基数据质量控制方法探讨 [J]. 科技通报, 2019, 35, 252 (8): 9-13, 20.
- [11] BAGALWA R M, CHARTIN C, BAUMGARTNER S, et al. Spatial and seasonal patterns of rainfall erosivity in the Lake Kivu region: Insights from a meteorological observatory network [J]. Progress in Physical Geography, 2021: 030913332110017.
- [12] LI T, LIU H, LI Y L, et al. Design and implementation of provincial meteorological data transmission monitoring platform [J]. Computer and Modernization, 2019 (8): 117-120, 126.
- [13] CAPOZZI V, COTRONEO Y, CASTAGNO P, et al. Rescue and quality control of sub-daily meteorological data collected at montevergine observatory (southern apennines), 1884-1963 [J]. Earth System Science Data, 2020, 12 (2): 1467-1487.
- [14] MIKOLAJ M, A Güntner, BRUNINI C, et al. Hydrometeorological and gravity signals at the argentine-german geodetic observatory (AGGO) in la plata [J]. Earth System Science Data Discussions, 2019 (1): 1-19.
- [15] MIKOLAJ M, A Güntner, Brunini C, et al. Hydrometeorological and gravity signals at the argentine-german geodetic observatory (AGGO) in la plata [J]. Earth System Science Data, 2019, 11 (4): 1501-1513.
- [16] STUMVOLL M J, CANLI E, ENGELS A, et al. The "Salcher" landslide observatory—experimental long-term monitoring in the flysch zone of lower austria [J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2019 (3): 01632.
- [17] CRAVO A, ROSA A, JACOB J, et al. Dissolved oxygen dynamics in ria formosa lagoon (South Portugal) — a real time monitoring station observatory [J]. Marine Chemistry, 2020, 223: 103806.
- [18] LAGUTIN A A, VOLKOV N V, ZHUKOV A P, et al. Satellite monitoring of atmospheric temperature profiles and cloud cover over the yakutsk EAS array and the TAIGA observatory [J]. Journal of Physics Conference, 2019, 1181: 012068.
- [19] HE J, HAYASHI M. Lake O'Hara alpine hydrological observatory: hydrological and meteorological dataset, 2004-2017 [J]. Earth System Science Data, 2019, 11 (1): 111-117.
- [20] MAVRAKIS A, PAPAVALASILEIOU C, ALEXAKIS D, et al. Meteorological patterns and the evolution of west Nile virus in an environmentally stressed mediterranean area [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2021, 193 (4): 09011.