

doi: 10.7690/bgzd.2021.05.011

战场气象环境远程监控软件设计

桑德一, 陆巍巍, 姚刚

(海军航空大学岸防兵学院, 山东 烟台 264001)

摘要: 战场气象环境直接影响作战指挥决策和武器装备的作战效能。为实现作战指挥中心对战场气象环境的实时监控和有效预测, 利用虚拟仪器技术基于 Labwindows/CVI 平台, 采用多线程和模块化技术设计了一套战场气象环境远程监控软件, 可实时监测战场多个测点的气象信息, 并对重要气象参数的趋势进行预测和历史查询, 对终端设备状态进行远程控制和监视。结果表明, 该软件是实现战场气象环境远程监控的自动化、信息化、智能化的现代战场数据感知平台。

关键词: 战场气象环境; 远程监控; 虚拟仪器; Labwindows/CVI

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

Design of Remote Monitoring Software for Battlefield Meteorological Environment

Sang Deyi, Lu Weiwei, Yao Gang

(College of Coast Gnard, Navy Aviation University, Yantai 264001, China)

Abstract: The battlefield meteorological environment directly affects the combat command decision-making and the combat effectiveness of weapons and equipment. In order to realize the real-time monitoring and effective prediction of the battlefield meteorological environment by the combat command center, the virtual instrument technology is based on the Labwindows/CVI platform, and the multi-threaded and modular technology are used to design a set of remote monitoring software for the battlefield meteorological environment. It can monitor the meteorological information of multiple measurement points on the battlefield in real time, predict the trend of important meteorological parameters and historical query, and remotely control and monitor the state of terminal equipment. The results show that the software is an automated, informatized, and intelligent modern battlefield data perception platform for remote monitoring of the battlefield meteorological environment.

Keywords: battlefield meteorological environment; remote monitoring; virtual instrument; Labwindows/CVI

0 引言

目前全球军事斗争形势复杂多变, 战争模式已经开始向信息化、局部化和智能化的方向发展^[1-2]。在这样的战争环境下, 更快的传输速度、更方便的运用形式、更可靠的战场感知网络, 更具体、更精确的战场气象环境数据成为打赢现代战争的重要基础和根本保障^[3-5]。多国都投入大量资金和人力研究战场数据的采集和远程监控系统, 其目的是实现对战场环境的更好感知, 让战场的数据优势迅速传递给指挥层成为信息优势, 由指挥层依据战场环境数据做出正确的指挥决策从而形成作战优势^[6-8]。

虚拟仪器技术是以计算机为平台, 结合模块化、高性能的采集、测量硬件来完成各种数据的采集、测量、处理和显示的软件技术^[9-10]。虚拟仪器技术可以通过平台编程进行仪器的自定义, 包括界面、操作、显示面板等。它可以充分调动计算机的运算资源, 统一标准的软件、硬件, 也能满足定时和同

步的需求, 让原本硬件实现的功能软件化, 让原本单一的方式灵活化^[11-12]。

Labwindows/CVI 是美国虚拟仪器公司出品的一款用于测量控制领域的计算机虚拟显示仪器开发平台^[13]。该平台为 C 语言提供了优秀的集成开发环境, 有非常丰富的 C 语言库函数, 其功能强大、操作便捷的特点使得该产品在测量控制领域有着广泛的应用^[14-15]。笔者选用 Labwindows/CVI 作为虚拟仪器开发平台, 开发了一套战场气象环境数据远程监控软件。

1 战场气象环境远程监控软件总体方案

1.1 软件总体设计

笔者设计的软件平台服务于战场气象环境的实时采集, 需要完成实时显示战场的环境情况、实现数据可视化、趋势预测、历史查询、远程控制和设备状态监视等基本功能。笔者以人机交互操作的功

收稿日期: 2021-01-10; 修回日期: 2021-02-25

作者简介: 桑德一(1984—), 男, 山东人, 博士, 从事雷达标校、军事通信研究。E-mail: sangdeyi@163.com。

能为基础，设计了相应的功能模块。

战场气象环境数据远程监控软件部分设计为下位机设备远程控制、状态反馈、数据可视化、数据采集与处理、TCP 通信和人机交互 6 个功能子模块。6 个功能子模块分别设计了相应的子线程控制共同运行以保证系统软件功能的实现。软件的功能模块设计如图 1 所示。

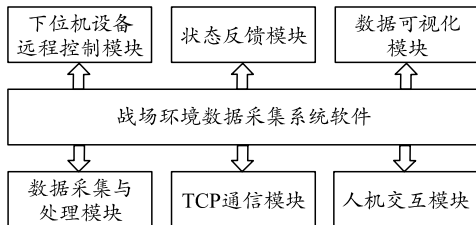


图 1 软件功能模块

1.2 软件功能设计

1) 人机交互模块。实现整套系统与指挥人员的交互，指挥人员通过操作界面进行软件功能选择，战场气象环境数据采集系统也可以通过此模块接受人员对系统的控制。

2) 数据可视化模块。主要功能是能够以可视化的形式展示战场气象环境的各类数据，指挥人员既可以选择不同的点位地区来查看某个战场局部的各类环境综合数据又可以选择不同类型的环境数据来查看整个地区此环境因素的整体情况。

3) 通信模块。主要功能是以 TCP 协议完成上位机与下位机中继主机的通信，以保证数据的有效通信。

4) 数据采集与处理模块。主要功能是从通信模块获取采集数据，完成数据存储与处理等相关功能。

5) 状态反馈模块。主要功能是给指挥人员传递下位机系统各个设备的状态信息，以便让指挥员了解装备情况、做出合理判断和及时组织损坏设备的维修工作。

6) 下位机设备远程控制模块。主要功能是让上位机系统能够实时控制下位机设备，完成设备的开关机、初始化和自检，通信的连接、断开等基本操作控制。

软件的功能设计如图 2 所示。

2 软件的多线程设计

该软件对战场气象环境数据的采集主要靠各个功能与线程之间的联系完成。战场气象环境数据采集系统的上位机软件系统作为一个可操作的软件是工控机内执行的进程，从程序执行的角度来看，进

程通常由线程组成。

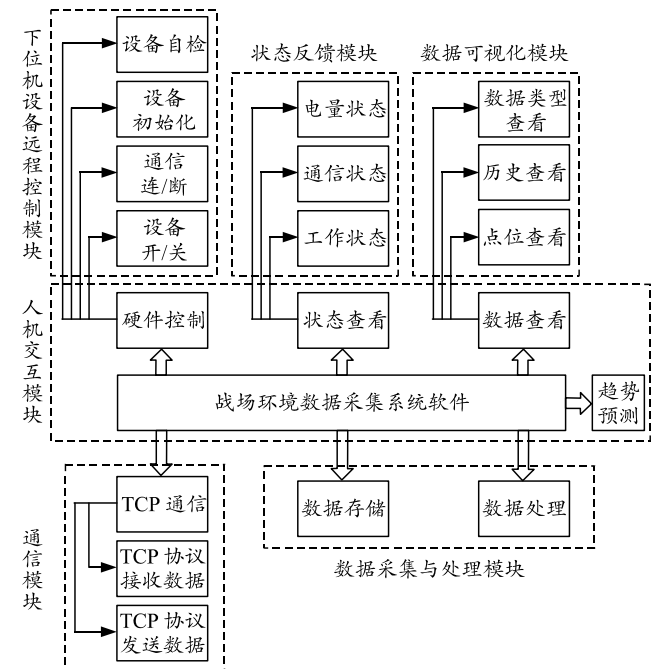


图 2 软件功能设计

本系统将软件进程设计为主线程和多个子线程。主线程是完成人机交互的软件操作，子线程包括 TCP 通信、数据采集、数据处理和数据显示等。各个线程的执行有控制调用和数据传递等关系。

指挥平台需要实时监控战场气象环境数据，因此本系统的软件编写采用多线程技术，让数据采集、处理和显示等多个功能独立执行，以保证数据的实时性。软件的线程控制如图 3 所示。

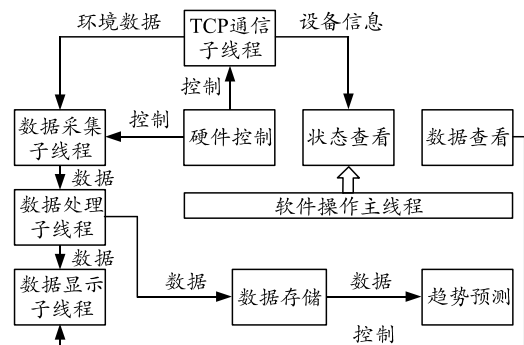


图 3 软件线程控制

多线程设计主要由创建线程、线程标志设置和释放线程 3 个步骤完成，具体实现方法：

1) 创建线程函数。

函数名：CmtScheduleThreadPoolFunction(DEFAULT_THREAD_POOL_HANDLE, ABC_Function, 0, &THREAD_ID); 创建线程，并让通信控制部分函数运行在线程函数内部，函数名：CVICALLBACKTHREAD_Function(void*functionData)。

2) 线程标志。

线程标志用于在通信断开或结束时能释放线程，让函数执行回到主线程中。

3) 释放线程函数。

线程的运行需要计算机资源，当线程内函数功能执行完毕后应当及时释放线程。释放线程的过程由等待线程内函数执行完毕和释放线程 2 部分组成，2 个函数如下所示：

```
CmtWaitForThreadPoolFunctionCompletion
(DEFAULT_THREAD_POOL_HANDLE, ABC,
OPT_TP_PROCESS_EVENTS_WHILE_WAITING);
//等待执行完毕
```

```
CmtReleaseThreadPoolFunctionID(DEFAULT_T
HREAD_POOL_HANDLE, ABC); //释放线程
```

3 软件的模块化设计

3.1 人机交互模块设计

用户的操作界面是指令人员直接操纵设备，获取战场气象环境信息进行相关操作的直接交互界面，应当与具体的军事实践场景相对应。最终目的是提高工作效率，提升部队战斗力。大致可从显示外观和交互操作 2 方面来进行评估。

显示外观是操作人员直观面对的部分，很大程度上能在无形中影响指挥人员的工作效率和判断的准确性。美军战斗机的仪表盘以及飞行头盔的显示在美学设计上倾注了大量研究时间，在心理学层面最大程度适应飞行员的直观视觉，以此保证人员不易失误。本系统作为一个战场气象环境数据的监控系统，同样需要在显示外观的设计上做相应的工作。

3.2 数据可视化模块设计

本系统通过 Labwindows/CVI 开发平台中的曲线显示 strip chart 控件对采集数据进行实时刷新的可视化显示。使用函数是：

```
函数名：PlotStripChart (panelHandle_map01,
MAP_1_STRIPCHART_map01, DATA_01, 4, 0, 0,
VAL_DOUBLE); 该函数能按照设定的刷新频率，
不间断显示多个点的数据变化，但多个点的数据需要赋值在同一个数组中。
```

战场气象环境监控系统的多点采集数据实时显示如图 4 所示。

3.3 通信模块设计

Labwindows/CVI 开发的软件系统作为整个战场气象环境监控系统的上位机，最重要也是最基础

的功能就是实现与下位机的通信，以此获得战场气象环境数据，为使用软件系统的指挥人员提供实时的战场信息。

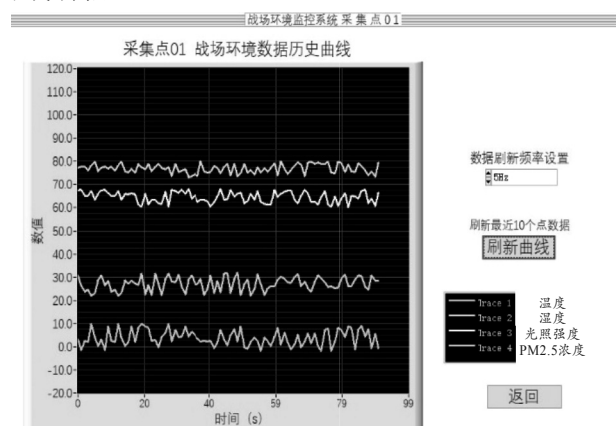


图 4 软件的数据可视化设计

经过多种方案的对比，系统的软件通信采用 TCP/IP 协议通信。Labwindows/CVI 软件开发系统中有丰富的 TCP 协议通信函数，能方便地进行程序的编写。

1) 主要函数。

① 服务器注册函数。函数名：RegisterTCPSever (3456, ser_callback, 0); 上位机软件系统在 TCP 协议通信中是作为服务器端参与，在调用 Labwindows/CVI 的 TCP 协议通信时，第一步是注册服务器，以便建立通信。它的功能是注册一个有效的 TCP 服务器，并允许客户端的连接请求。

② TCP 协议写函数。函数名：ServerTCPWrite (ser_handle, val, sizeof(val), 0.5); Labwindows/CVI 软件开发系统中 TCP 协议通信函数是已经封装好的，函数直接调用 TCP 协议写函数，主要功能是发送数据。

③ TCP 协议读函数。函数名：ServerTCPRead (ser_handle, val, sizeof(val), 0.5); 同 TCP 协议写函数类似，本函数的主要功能是接收数据，即从客户端读取数据，若没有接收到客户端的数据，该函数会运行等待，直到函数本身所设置的延时位置，同时给出超时错误信息。

④ 主动断开服务器函数。函数名：Disconnect TCPClient (ser_handle); 本函数是用于在服务器端断开 TCP 通信连接。

2) 端口号设置。

在 TCP 协议通信中最重要的参数是通信的端口号，服务器端与客户端必须保持一致的协议端口号才能建立有效通信。服务器端可以同时连接多个

客户端，即以相同的函数响应多个客户端的请求事件，但每一个通信中需配置不同的端口号。

3.4 下位机设备远程控制模块设计

在软件的硬件控制界面中，有对 4 个采集点位和 1 个中继主机的各种控制命令按键，命令包括采集终端和中继主机服务器的连接和断开、初始化、设备自检、开启和关闭，每个按键对应相关的回调函数给下位机设备传递控制命令，并能通过左侧的状态显示屏显示操作的命令内容和操作执行时间。

另外每个设备有相应的状态显示灯和电量指示灯来提示状态和电量信息，每个设备的电量能在图形化的电池界面相应显示。

主要函数：

1) 状态控制函数。函数名：SetCtrlAttribute (panelHandle_1_3, P_1_3_LED_01, ATTR_ON_COLOR, VAL_GREEN); 通过状态控制函数来设置控件属性，实现不同状态下状态指示灯显示不同颜色的功能。

2) 文本显示函数。函数名：InsertTextBoxLine (panelHandle_1_3, P_1_3_TEXTBOX, -1, timeStr); 在程序中实现设置好相应的文本语句，不同的命令执行成功后，在文本框中显示不同的提示文本。

3) 系统时间函数。函数名：strftime(timeStr, sizeof(timeStr), "%H:%M:%S", localtime(&t)); 通过时间函数调用系统当前的时间，随着命令执行语句一同显示在状态显示屏上。

4 结论

笔者设计的战场气象环境数据远程监控软件，是一个需要采集并显示大量数据的环境数据远程监控系统，其软件平台的本质就是一个虚拟仪器，功能在于对采集数据的显示和对设备的远程控制，以此满足指挥平台对于战场气象环境的远程监控需求，实现对战场的感知。

笔者选用了 Labwindows/CVI 进行上位机的开发。编写一个可以作为采集系统虚拟仪器显示和控

制的交互式应用程序，构建计算机平台上的虚拟仪器系统对整个系统进行控制和数据显示，是完成对战场气象环境有效感知，实现远程控制监视的自动化、信息化的现代战场感知软件平台。

参考文献：

- [1] 张诗楠. 高精度虚拟战场气象环境构建研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2014: 35-39.
- [2] 远航. 美国空军正在快速打造下一代空中主宰的“军事物联网”[N]. 2020-07-07.
- [3] 王建新, 隋美丽. LabWindowsCVI 虚拟仪器测试技术及工程应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011: 32-36.
- [4] 杨建和. 基于 LabWindows/CVI 数据采集系统的设计[D]. 北京: 北京邮电大学, 2012: 126-129.
- [5] YANG J H. Design of Data Acquisition System Based on LabWindows/CVI[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2012: 68-72.
- [6] 王一各, 贺霞, 赵隆. 基于 LabVIEW 和 ZigBee 无线传感网络土壤温湿度监测系统[J]. 工业仪表与自动化装置, 2020(4): 29-33.
- [7] 刘景峰. 基于 LabVIEW 的数据采集与多功能分析系统设计[D]. 太原: 中北大学, 2015: 53-59.
- [8] 苗春雷. 无线传感器网络在环境监测中的应用[J]. 环境与发展, 2017, 29(10): 14-18.
- [9] 孙其博, 刘杰, 黎彝, 等. 物联网: 概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9.
- [10] 姚高华. 基于以太网的远程监控系统设计[D]. 广州: 华南理工大学, 2013: 69-73.
- [11] 李亚, 邵引平. 基于 LabWindows/CVI 的远程接口单元测试系统软件设计[J]. 计算机测量与控制, 2020(7): 148-152.
- [12] 陈云阁, 张国. 战场自然环境建设需求下的海表风场的数值仿真研究[J]. 电子世界, 2020(13): 26-29.
- [13] 崔莉, 鞠海玲, 苗勇, 等. 无线传感器网络研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2005(1): 163-74.
- [14] 宋江明, 刘心蕊, 张铭朗, 等. 基于 STM32 的温湿度检测系统设计及实现[J]. 机电工程技术, 2020, 49(7): 158-162.
- [15] 胡晓, 林明星. 智慧农业温湿度监控系统设计[J]. 机床与液压, 2020, 48(14): 129-33.