基于虚拟仪器技术的自动气象站数据采集与处理系统

王晓蕾　和健　彭勇平　叶晶

(解放军理工大学气象学院, 南京 211101)

摘要　在 XYZ06 型地面遥测气象仪的基础上,基于虚拟仪器技术研制了一套气象要素自动采集与处理系统,替代了该气象仪的数据采集器和数据预处理器的功能,可进行温度、湿度的采集、处理、显示、保存和发送。插入该气象仪终端计算机的数据采集卡 ACL-8216 能与气象仪的观测业务软件通讯,通讯命令字及其意义可实时显示于屏幕上。该虚拟气象数据采集器可方便地应用于自动气象站的教学实践,并可大大降低实验的设备费用。

关键词　自动气象站　虚拟仪器技术　数据采集卡(ACL-8216)　Lab Windows/CVI　实验教学

引言

自动气象站体积比较庞大,使用时受地点、空间影响较大;如果借助虚拟仪器技术的易开发、体积小和使用方便等优点,就可以利用虚拟仪器替代自动气象站的数据采集器和数据预处理器。

虚拟仪器(Virtual Instrument)是计算机硬件、软件和总线技术与测试技术、仪器技术密切结合而孕育出的一项新成果,是基于微型计算机软硬件平台的可视化智能仪器[1]。虚拟仪器不是虚拟的仪器,而是一种实在的仪器,采用了"软件即仪器"的突破性概念,包括硬件和软件两大部分[2]。硬件部分将各类传感器与计算机相结合;软件部分将计算机硬件资源与仪器硬件有机地融合为一体,把计算机强大的计算、处理和图形能力与仪器硬件的测量、控制能力结合在一起。使用者通过友好的图形界面,以点击菜单来调控虚拟仪器的性能,就像在操作自己定义、设计的一台电子仪器。它可代替某些传统的测量仪器,如示波器、信号发生器、频谱分析仪等,可自由构建成专有仪器系统。

1　自动气象站

自动气象站是以电测型传感器、单片机和 PC 机进行气象要素的自动采集和数据的自动处理、记录、储存、显示、传输的综合气象仪器。被测气象要素主要为气压、气温、湿度、风向、风速、降水 6 要素。其硬件一般由气象传感器、数据采集器、数据传输装置、数据处理终端(计算机)、电源、避雷装置和安装附件等组成;软件由数据采集与处理软件和观测业务软件组成。

XYZ06 型地面遥测气象仪由室外的传感器、数据采集器和室内的数据预处理器、计算机组成,如图 1 所示。其工作过程为:各要素传感器将相应被测要素的量值,以各种电信号的形式传入数据采集器;数据采集器对采集到的信号进行处理,以 RS-485 接口输出,并以 1 根 100 ~ 150 m 的长电缆将信号送入气象观测室;数据预处理器接收前端数据采集器传送来的数据信号,对该数据进行进一步处理和本地显示、储存,并通过 5 m 电缆以 RS-232C 接口与计算机进行通信;计算机接收数据预处理器传送来的数据信号,并通过观测业务软件按《地面气象观测规范》的要求,实施地面气象观测业务工作。

2　系统结构与硬件设计

2.1　系统结构及工作过程

基于虚拟仪器技术的自动气象站数据采集与处理系统(以下简称虚拟采集处理系统)采用 DAQ (Data Acquisition)标准体系结构,即在 PC 机上挂接

作者简介:王晓蕾,女,1964 年生,硕士,副教授,主要从事测控与仪器方面的教学及科研工作

收稿日期:2004 年 11 月 18 日;定稿日期:2005 年 1 月 25 日

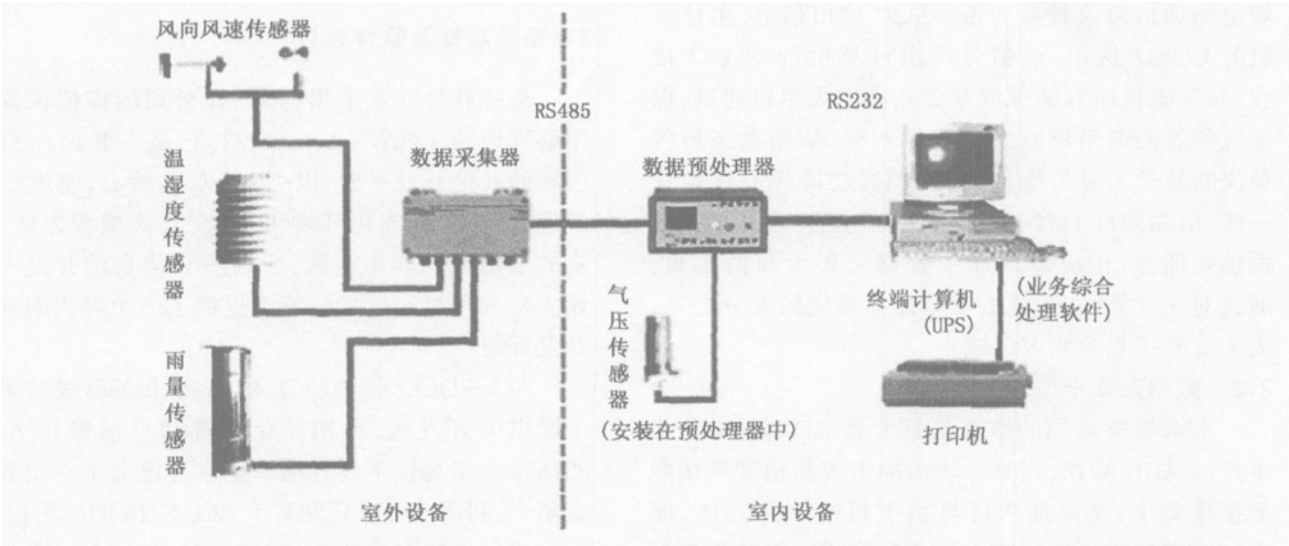

图 1　XYZ06 型地面遥测气象仪结构图

基于计算机标准总线(ISA、PCI 等)的内置功能插卡或 DAQ 功能模块,配合相应软件,构成一台具有若干功能的 PC 仪器。系统由传感器(温度、湿度、风向、风速)、信号调理电路(恒流源)、数据采集卡(ACL-8216)和虚拟仪器软件等部分组成,如图 2 所示。

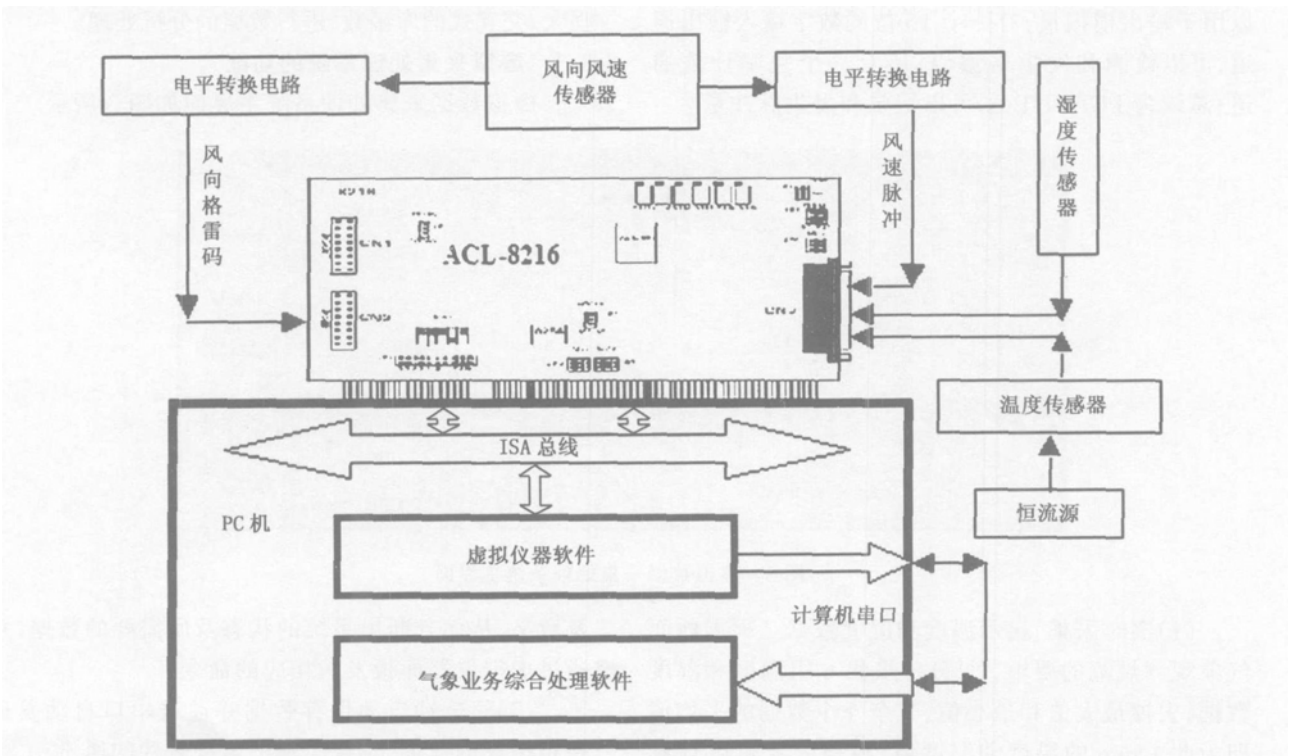

图 2　虚拟采集处理系统总体结构图

系统的工作流程为:信号调理电路为温度传感器提供恒定电流;温湿传感器将被测温、湿度转换为电压信号;在设备驱动程序的控制下,数据采集卡采集此两路电压信号,并通过卡上 A/D 转换器将之转为数字信号送入计算机;虚拟仪器软件对数字信号进行分析、处理、显示、存储并按地面遥测气象仪所

规定的通讯协议转换为 RS-232C 接口信号,由计算机的 COM1 送出,该信号再由计算机的 COM2 接收,与气象仪原有的观测业务软件实现串口通讯,保证气象仪面向用户的终端软件不变,从而在进行气象仪的教学实习与操作时,就如同在操作原气象仪一样,但在硬件上省去了气象仪的数据采集器和数据预处理器,相应地增加了数据采集卡和恒流源。通过对比计算,本系统的成本是原系统的五分之一,大大节省了教学实习的成本。

2.2 数据采集卡

本系统所采用的数据采集卡是 AD-LINK 公司生产的 ACL-8216,它是一块内插卡式高精度多功能数据采集卡,将其插入计算机主板的 ISA 插槽,配合其附带的库函数 ACLS-DLL2,利用计算机资源可以实现数据的采集处理和信号发生等功能。ACL-8216 具有16个单端或8个差分模拟输入通道,分辨率为16位,采样频率可达100 kHz,可以用于采集模拟量;有两个12位的双缓冲模拟输出通道,可以用于输出模拟量;有一个16位的数字输入输出通道,可以检测和发生格雷码;还有一个频率计数通道;总线为 PC/AT-Bus,可以记录和发生脉冲量。

3 系统功能及软件设计

系统软件开发采用的是 NI 公司的虚拟仪器专用编程语言 Lab Windows/CVI,它是一套面向测控领域的软件开发平台,以 ANSI C 为核心,使用 C 语言编程,具有集成化开发平台、交互式编程方法、丰富的专用控件和库函数,为熟悉 C 语言的开发人员建立检测和过程监控系统等提供了一个理想的软件开发环境[3]。

ACLS-DLL2 是为 ACL-8216 等 ISA 总线的采集卡提供的开发包,为初始化设置和灵活操作 ACL-8216 采集卡提供了各种接口函数并定义了专用数据类型[4],利用它可以开发基于 ACL-8216 的应用程序。

编程的基本方法为:利用 ACLS-DLL2 对采集卡 ACL-8216 进行低层设置和功能操作,如初始化、A/D 和 D/A 变换、数字输入输出以及频率发生等;利用 Lab Windows/CVI 提供的丰富的专用控件,设计编制软件的界面程序;利用 Lab Windows/CVI 提供的功能强大、交互式的库函数,进行数据的分析处理。

3.1 虚拟采集处理系统的功能

虚拟数据采集处理系统主界面如图3所示。

图3 虚拟数据采集处理系统主界面

(1)实时采集、显示温度和湿度数据。根据地面气象观测规范的要求,每分钟采集6组温度和湿度数据,去掉最大值和最小值,其余4个数据的平均值即为此1 min的温度和湿度值,根据公式可以计算出相应的水气压和露点温度。数据采集卡完成数据的采集功能,数据的运算分析和处理以及采集卡的控制都是虚拟仪器软件在后台进行的,测量结果在虚拟仪器面板上显示;

(2)自动接收并显示观测业务软件发送的命令及意义,从而判断出系统的状态及所需要的数据,并通过虚拟仪器面板发送相应的命令;

(3)每分钟自动保存数据并通过串口自动发送一定格式的数据,实现与观测业务软件的通讯;

(4)实时获取并显示系统日期和时间。

"打开通讯串口"按钮用来打开并设置串口,实现与观测业务软件的通讯;"继续发送和接收"及"暂停发送和接收"实现对发送和接收的控制,以便于对命令进行分析和判断。

为实现虚拟采集处理系统的自动化,编程时使用了 5 个时钟控件,分别在后台自动实现数据的采集、显示、发送、接收和保存等工作。

3.2　数据采集卡 ACL-8216 初始化程序

在进行数据采集之前必须对数据采集卡 ACL-8216 初始化,因而设计了一个函数 SetCard( ),可完成采集卡的初始化,此函数主要用到了 ACLS-DLL2 的 5 个采集卡底层函数:

W_8216_Initial(CardNumber, BaseAddress) ——初始化采集卡卡号、基地址;

W_8216_AD_Input_Mode (AdInputMode) ——初始化采集卡 AD 输入模式;

W_8216_AD_Set_Channel(AdChannel) ——初始化采集卡 AD 输入通道;

W_8216_AD_Set_Range(AdGain) ——初始化采集卡 AD 输入增益;

W_8216_AD_Set_Mode(AdMode) ——初始化采集卡 AD 模式。

3.3　温度、湿度测量程序

温度、湿度测量程序编程中主要用到了 ACLS-DLL2 中的 W_8216_AD_Aquire(&AdChannel) ,其作用是获得采集卡模拟通道 AdChannel (AdChannel 为 0 ~ 7 中的一个数) 的模拟电压值,并进一步计算出温度、湿度的值。利用该函数设计了两个测量温度、湿度的函数: GetCurrentTemp( ) 和 GetCurrentRH( ) ,在任何时候只要调用这两个函数就可以获得当时的温度和湿度值。

3.4　数据的保存和读取程序

为使系统存储并在必要时方便地读出所采集的温、湿数据,因而设计了数据存储和读取函数:

SaveFileData(char filePath[ ], MinData SaveData[60]) //保存 1 h 数据到文件

GetFileData(char filePath[ ], MinData GetData[60]) //从文件中读取 1 h 数据

这两个函数中, MinData 是定义的一个结构体变量,其依据为上位机提取预处理器每分钟数据的数据格式,包括了温、湿、压、风向、风速等数据。用 LabWindows/CVI 中的两个系统函数: FmtFile(…) 和 ScanFile(…) 将数组中的数据保存到文件和将文件中的数据读取到数组中。

3.5　终端计算机命令帧识别程序

观测业务软件自动向虚拟采集处理系统发送各种格式的命令帧,因此根据所发送的数据格式,编写了一个 ReceivCommand(unsigned char temp) 函数,来完成观测业务软件向系统发送的 9 种命令的识别、分析和处理等功能。主要调用了 9 个不同的函数来处理 9 个命令:

unsigned char IsContinueMinCommand( ) ——分析上位机提取连续 *N* min 数据命令;

unsigned char IsContinueHourCommand( ) ——分析上位机提取 *N* h 正点数据命令;

unsigned char IsGetDataTime(void) ——分析上位机提取预处理器时间命令;

unsigned char IsSetDataTime(void) ——分析上位机设置预处理器时间命令;

unsigned char IsGetCurrentF(void) ——分析上位机提取瞬时风速风向值命令;

unsigned char IsGetID(void) ——分析上位机提取预处理器 ID 号命令;

unsigned char IsSetID(void) ——分析上位机设置预处理器 ID 号命令;

unsigned char IsSetQiYa(void) ——分析上位机设置气压传感器参数命令;

unsigned char IsSetAll(void) ——分析上位机设置预处理器参数命令。

这 9 个命令的返回值都为 TRUE 或 FALSE,即如果该函数分析到所接收到的命令符合某一格式,则该函数返回 TRUE,并对该命令进行分析、处理;否则返回 FALSE。

3.6　历史数据浏览设计要点

根据实际使用的需要,设计了一个历史数据浏览器,可以查看过去采集的温度、湿度、气压等历史数据。在使用时只需输入待查寻的日期和时间,然后点击“显示”按钮,在数据输出窗口即可显示出待查询的数据。编程中使用了 LabWindows/CVI 中的 TAB 控件[5],以实现数据的列表化输出。

4　结语

基于虚拟仪器技术的自动气象站数据采集与处理系统实现了温度、湿度信号的自动采集、处理、显示、保存与读取,以及历史数据浏览等功能,并实现了与终端计算机观测业务软件的通信,可将数据以

规定格式发送给观测业务软件,成功地模仿了XYZ06型地面气象遥测仪的数据采集器和预处理器,从而方便了XYZ06型自动气象站的实践性教学。解放军理工大学气象学院在自动气象站的教学中已使用了该系统,从使用效果来看,该系统的性能稳定,切实提高了教学效果,在实践教学中具有较大的应用价值,该系统的开发设计对扩展虚拟仪器技术在气象仪器中的应用具有重要意义,符合未来仪器发展的趋势。

参考文献

[1] 张毅刚,乔立岩.虚拟仪器软件开发环境 Lab Windows/CVI 6.0[M].北京:机械工业出版社,2002.

[2] 张凤均.Lab Windows/CVI 开发入门和进阶[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.

[3] 刘君华.基于 Lab Windows/CVI 的虚拟仪器设计[M].北京:电子工业出版社,2003.

[4] National Instruments Corporation. Lab Windows/CVI User Manual[M]. National Instruments Corporation, USA, 1998.

[5] National Instruments Corporation. Lab Windows/CVI User Interface Reference Manual[M]. National Instruments Corporation, USA, 1998.

Data Acquisition & Processing System for Automatic Weather Station Based on Virtual Instrument Technology

Wang Xiaolei He Jian Peng Yongping Yie Jing

(Institute of Meteorology, PLA University of Science and Technology, Nanjing 211101)

Abstract: Based on the XYZ06 surface remote sensing weather station, an automatic meteorological data acquisition and processing system is developed by means of virtual instrument technology, in which the acquisition, processing, displaying, storage and transmission of temperature and humidity data can be conducted. Inserting the date acquisition card (ACL-8216) into the terminal computer of the station, communication is realized with the observation software of this station. The communication "order words" and their meaning are shown on the screen in real time. This virtual data acquisition system can be conveniently applied to teaching practice for automatic weather stations. The expenses of experiment equipment can be greatly reduced.

Key words: automatic weather station, virtual instrument technology, data acquisition card (ACL-8216), Lab-Windows/CVL, experiment teaching