

文章编号: 1000-2022(2006)03-0418-04

虚拟仪器技术在气象统计分析中的应用研究

赵丽玲, 叶小岭, 张颖超

(南京信息工程大学 信息与通信系, 江苏 南京 210044)

摘要: 阐述了虚拟仪器开发平台 LabVIEW 的开发环境, 并用图形化编程语言 LabVIEW 设计了虚拟气象统计分析仪, 分析仪界面友好、直观, 适合于气象统计中数据的分析与处理。将虚拟仪器技术引入到气象科研中, 使用在 LabVIEW 平台下开发的控件, 根据研究需要“组装”各种仪器, 能够较大地提高工作效率。

关键词: LabVIEW; 虚拟仪器技术; 气象统计分析

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

Application of the Virtual Instrumentation Technology Based on LabVIEW to Meteorological Statistical Analysis

ZHAO Li-ling YE Xiao-ling ZHANG Ying-chao

(Department of Message and Communication, NUIST, Nanjing 210044, China)

Abstract LabVIEW, a famous virtual development platform for instruments is introduced in this paper to design a virtual instrumentation (VI) of meteorological statistical analysis. The VI's interface is very friendly and intuitively and it is suitable for analyzing and dealing with the meteorological data in meteorological statistical analysis. Using the virtual instrumentation technology and the control software programmed by LabVIEW, one can design his own VI according to the demand of research, thus improving his work efficiency and saving time.

Key words LabVIEW; virtual instrumentation technology; meteorological statistical analysis

0 引言

天气预报或预测是人们十分关注的问题, 预测的方法多种多样, 统计方法就是其中之一。它使用概率论和数理统计的方法对历史资料进行分析, 寻找气象要素间的统计关系, 再综合气象要素的物理意义, 为建立气象统计预报模型提供依据, 这是一项十分重要的基础工作^[1]。

目前, 气象统计分析主要采取两种手段: 1) 使

用计算机编程语言(如 FORTRAN、C 语言)编写各种统计方法的源程序。在国内, 有人用 FORTRAN 语言编写了某些常用统计分析方法的源程序^[2], 但使用者仍要面对大量的文本代码, 编写调试, 要求气象统计分析工作者十分熟悉编程语言和各种统计方法, 对编程技术的要求也较高。2) 依赖各种统计分析软件(如 SAS、SPSS 等)。这些软件并不是专为气象统计分析设计的, 它们或者仍以文本代码编程为基础, 人机界面不友好, 或者只能提供一些较成熟的

收稿日期: 2005-01-19 改回日期: 2005-03-28

基金项目: 江苏省科技发展计划重点项目资助 (BR2004012)

作者简介: 赵丽玲 (1978-), 女, 吉林省吉林市人, 硕士, 研究方向: 自动化和虚拟仪器技术。E-mail: ling_222@126.com.

算法, 功能有限, 不具备自定义的特性和扩展性, 对不断改进的气象统计方法很难适应。

因此, 气象统计工作中迫切需要使用一种易学易用、功能强大并且可以根据气象统计分析工作者的要求灵活定制其功能的技术, 一方面把广大气象统计分析工作者从繁琐的编程工作中解放出来, 致力于统计结果的研究和分析, 另一方面缩短统计工作的时间, 让统计结果尽快用到天气预报工作中去。

本文将虚拟仪器技术引入到气象统计分析工作中, 以解决上述问题。使用图形化编程语言 LabVIEW 设计了虚拟气象统计分析仪, 展示了功能强大又易于使用, 并具有可以自定义的图形化开发环境, 弥补了传统气象统计分析手段的不足, 展望了虚拟仪器技术在气象科研与预报中的广阔应用前景。

1 虚拟仪器技术

1.1 虚拟仪器的概念

虚拟仪器 (简称 VI) 是电子测量技术与计算机技术深层次结合的、具有很好发展前景的新一类电子仪器。虚拟仪器的概念是 1986 年由美国国家仪器公司 (简称 NI 公司) 首先提出的。

虚拟仪器由硬件和软件两部分组成。虚拟仪器的硬件主体是电子计算机, 通常是个人计算机, 也可以是任何通用电子计算机; 其次, 是为计算机配置的电子测量仪器硬件模块, 如各种传感器、信号调理器、模拟/数字转换器 (ADC)、数字/模拟转换器 (DAC)、数据采集器 (DAQ) 等。电子计算机及其配置的电子测量仪器硬件模块组成了虚拟仪器测试硬件平台。虚拟仪器还可以选配开发厂家提供的系统硬件模块, 组成更为完善的硬件平台。

测试软件是虚拟仪器的“主心骨”。NI 公司推出的虚拟仪器概念之所以能迅速得到世界各国的广泛欢迎和支持, 其主要原因就是他们推出的丰富而实用的开发软件, 其中最具影响力的就是面向科学家和工程技术人员 (而不是计算机编程人员) 的 LabVIEW 和 LabWindows/CVI 虚拟仪器开发平台软件。“软件就是仪器”, 使用者可以根据不同的测试任务, 在虚拟仪器开发软件的提示下编制不同的测试软件, 来实现当代科学技术复杂的测试任务。

虚拟仪器技术是测试领域的一种新的思想和方法, 它的出现是测试仪器技术和测控系统的一个新的里程碑, 它使现代测控系统更灵活、更紧凑、更经济、功能更强大。

1.2 LabVIEW 的功能与特点^[3-4]

LabVIEW 是国际上基于数据流的编译型图形编程环境之一, 可以节约 85% 的程序开发时间, 而速度几乎不受影响。实际上, LabVIEW 可以看作是一个简单易用的图形化编程环境, 而非限于测控开发, 与传统的程序语言有很大区别, 它提供了强大的功能。

(1) 图形化表示方式是比文本代码更为自然的设计表示法, 通过交互式面板、对话框、菜单和上百个函数块——虚拟仪器 (VI), 能事半功倍地完成应用系统开发。每个 VI 都包含前面板 (front panel) 和程序框图 (block diagram), 前面板是图形化的用户界面, 而程序框图则是编写程序的地方, 它们都通过拖拉 VI 到框图中来完成。LabVIEW 的图形化特性能形成层次结构, 使代码更易理解。

(2) 强大的数据分析处理功能。LabVIEW 中还包含有高级分析函数库, 包括统计、估计、回归分析、线性代数等众多科学计算模块, 可以满足科学家们计算、分析的需要。

(3) 图形显示能力。LabVIEW 的虚拟仪器用户界面上包含了各种各样内置的数据显示工具, 用来绘制图表、曲线及 2D 和 3D 图形。在任何时候都可以重新配置数据显示的属性, 如颜色、字体大小、曲线图类型等, 并且可以用鼠标将这些曲线图进行动态旋转、调整大小、拉近拉近镜头等。

(4) 开放式的开发环境。LabVIEW 可以方便地与第三方软件和硬件同时使用, 开放式的商业标准可以减少系统总成本。LabVIEW 软件还提供了简单可行的方法把 ActiveX 模块、动态链接库 (DLLs) 以及其他工具提供的共享库结合起来。除此之外, LabVIEW 代码本身可以为 DLL 共享, 或者通过 ActiveX 技术被其他程序使用。LabVIEW 还为通讯和数据标准提供一整套的选项, 包括 TCP/IP、OPC、SQL 数据库连接协议的 XML 数据格式标准。

(5) 灵活性和可扩展性——关键的优势。工程师和科学家们的需求有时会改变得很快, 所以需要可扩展的、可以长时间使用的解决方案。通过创建基于 LabVIEW 的虚拟仪器, 当有新技术出现的时候可以很轻松地融入新技术; 或者在有新的要求出现的时候, 可超出最初的应用范围, 来扩展解决方案。

这些功能与特点, 在气象领域中应用可以显现出很大的优势。目前在气象领域, 李道京等^[5]提出了由数字存储示波器、计算机、LabVIEW 和 Matlab

软件组成的雷达信号采集与分析系统;刘华林等^[6]采用单总线技术和 LabVIEW 图形化编程技术改造当前气象监测方法。

在气象统计分析中使用图形化编程语言——LabVIEW,可以缩短程序开发时间,其数据分析功能、图形显示能力能够满足气象统计分析工作的需要,开放式的开发环境、灵活的可扩展性也是现有的手段无法完成的。可以仿照测控领域,归纳出一些气象科研和预报中的基本功能,在 LabVIEW 平台下做成控件,那么这个领域的应用软件也可以图形化编程,不需要气象工作者面对复杂、冗长的文本代码,并且可以得到事半功倍的效果。本文正是基于这一思想,设计了虚拟气象统计分析仪。

2 虚拟气象统计分析仪的设计

2.1 气象统计分析的主要方法

近些年来,由于电子计算机的广泛应用,使得大量资料有可能得到迅速而有效的处理,近代统计方法亦随之迅速发展,这些方法相继被引入到气象学中,使用这些方法可以及时处理和分析来自地面、高空,甚至由卫星、雷达等先进大气探测工具所得到的大量资料^[2]。在近代气象学中数值模式试验、模式输出统计量预报、天气气候学等领域大量使用的统计分析方法有一元线性回归、多元线性回归、典型相关分析(CCA)、奇异值分解(SVD)、自然正交展开(EOF)、主振荡分析(POP)等。

近 30 a 来气象统计中用得较多的统计方法主要有典型相关(CCA)和奇异值分解(SVD)方法^[7]。这些方法虽然有人用 FORTRAN 语言编写了源程序,但使用者仍要面对大量的文本代码,编写调试,这难免使一个理论上较简单的统计工作,完成起来却需要相当长的时间;而常用的统计分析软件如 SAS、SPSS 仅仅提供了一些日常统计中常用的功能,并不能满足气象统计工作的需求,而像 CCA 和 SVD 等方法在统计软件中就没有提供。

2.2 虚拟气象统计分析仪前面板设计

典型相关(CCA)和奇异值分解(SVD)都是提取两个气象场的最大线性相关模态的方法。方法详见文献[2-8-9]。分析仪的前面板如图 1 所示。

假如要研究某一气象要素场的预报,比如降水场,该场包含 Q 个空间点,选择一个前期的气压场作为因子,这一气压场包含有 P 个空间点。我们需要输入两组变量,一组 X 含 P 个因子变量,一组 Y 含 Q 个预报变量。取这两个气象要素场的 N 年资

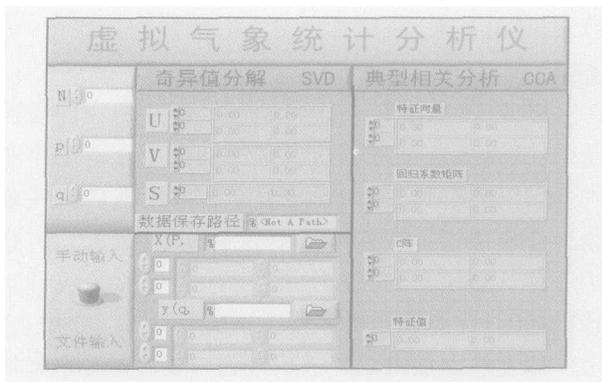


图 1 程序前面板

Fig 1 Front panel of virtual

meteorological statistical analyzer

料,则每一变量就有了容量为 N 的样本。两组被处理的数据可以直接从文本文件读取,也可以由用户直接输入表格控件,进行现场数据编辑。对已给定的实验数据,手动输入 P 、 Q 、 N 的值,然后根据仪器上方的布尔型控件选择分析方式,分析结果即可显示在相应的表格中。根据分析的需要,可以读取不同的数据文件,再点击“开始”,即可得到新的结果。分析结果可以直接保存到文本文件中,文件路径由程序运行时提供的对话框选择。LabVIEW 还提供了强大的图表显示功能,可以将分析结果显示到直观的图表中(图 2),如一元、多元线性回归分析^[2]。

这样,只要仪器设计好以后,就可以无限制的循环使用,从而大大节省了统计分析的时间,科研工作者即可将注意力集中到对统计结果的物理意义、气象意义的分析上。

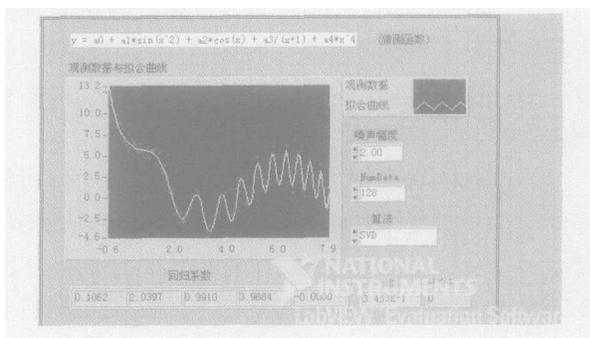


图 2 曲线拟合程序前面板

Fig 2 Front panel of curve-fitting

2.3 虚拟气象统计分析仪框图程序设计

LabVIEW 采用一种全新的图形化编程方法,不仅人机界面使用“所见即所得”的可视化技术建立,而且程序代码也是图形化的,在前面板放置的每一个对象在框图程序都会出现一个对应的端子。框图程序编辑窗口所需的各种功能函数包括各种数学运算函数、信号分析函数、仪器驱动函数等均以图标的

形式由功能模板提供。设计者只需从功能模板中取出对应图标, 放置在程序框图编辑窗口中, 再用“连线”工具将其连接, 以实现相互之间的数据传输, 即构成了完整的框图程序。基于 LabVIEW 设计的气象统计分析仪采用模块化、层次化编程思想, 每一模块完成某一特定功能。下面介绍主要工作模块。

2.3.1 数据获取

数据的获取可以由用户直接在前面板输入, 也可以从已经存在的文本文件中读取。设计中采用 Case 选择结构, 当选择输入控制端为真时, 执行 TrueCase 框图, 完成读文件操作, 程序代码如图 3 所示; 当选择输入控制端为假时, 则由用户输入数据。

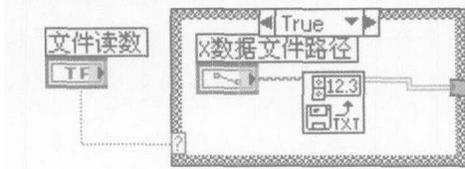


图 3 数据获取框图程序

Fig 3 Block diagram for data acquisition

2.3.2 统计分析

该分析仪设计了 CCA 和 SVD 方法, 程序代码见图 4。根据前面板统计分析方式的选择, 执行不同的 Case 代码, 各分支 Case 对输入数据进行指定类型统计分析并返回统计分析后的数据序列、回归系数等。程序中调用了 LabVIEW 提供的子 VI 在 CCA 分析中进行矩阵运算以及 SVD 子 VI。

2.3.3 数据保存

该分析仪具有文件存储功能, 可以对输入的数据进行保存, 也可以对分析后的结果进行保存。程序框图如图 4 所示。

3 结语与展望

利用 NI 虚拟仪器技术, 用图形化编程语言 Lab

VIEW 开发设计气象统计分析仪, 软件开发时间是传统开发时间的五分之一, 开发过程就是在一个虚拟的“线路板”上把一些控件 (VI——LabVIEW 提供的子 VI 和自己开发的子 VI) 用线连接起来, 开发的软件具有友好的用户界面, 操作简便、实用。用 LabVIEW 语言对成熟的统计功能设计子 VI 如果统计功能有所改进, 使用 LabVIEW 语言也可以很容易地扩展其功能。

虚拟仪器作为新兴的仪器仪表, 具有用户可自行定义仪器功能和结构等优势, 且构建容易、转换灵活。在气象科研与预报工作中应该积极推广和广泛使用基于 LabVIEW 的虚拟仪器技术, 如自动观测站、数值预报产品释用等, 这将使气象科研和预报工作取得事半功倍的效果和良好的经济和社会效益。

参考文献:

- [1] 黄嘉佑. 第一讲——气象统计应用概况 [J]. 气象, 1995, 21 (5): 53.
- [2] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2000
- [3] 杨乐平, 李海涛, 赵勇, 等. LabVIEW 高级程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [4] 美国国家仪器公司中国分公司. 虚拟仪器软件 [J]. 仪表技术, 2004(4): 55-56.
- [5] 李道京, 赵雷, 肖秋, 等. 雷达信号的采集与分析 [J]. 火控雷达技术, 1999, 28(2): 25-27.
- [6] 刘华林, 李长俊, 陈尚松, 等. 自动气象站的研制 [J]. 桂林电子工业学院学报, 2001, 21(3): 69-72.
- [7] 谢炯光, 曾琮, 纪忠萍. 中国近 30 年来气象统计预报进展 [J]. 气象科技, 2003, 31(2): 67-83.
- [8] 施能, 孙立平, 申建北. 典型相关方法及其在天气分析和预报中的应用 [J]. 南京气象学院学报, 1984, 7(2): 251-256.
- [9] 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法 [M]. 北京: 气象出版社, 2002.

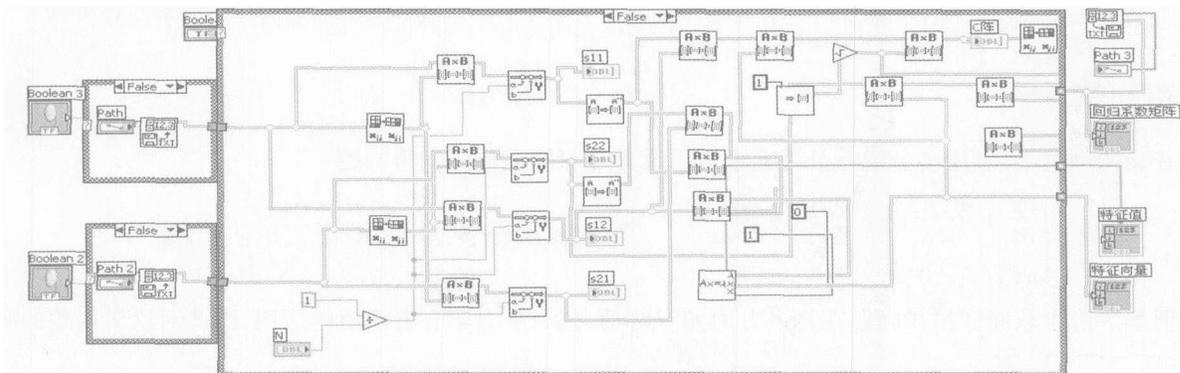


图 4 CCA 和 SVD 统计分析、数据保存框图程序

Fig 4 Block diagram for CCA, SVD and data-saving