

文章编号 : 0253-9721 (2007)08-0106-04

基于 VB 和神经模糊算法的土工布测试系统开发平台

郭基凤¹, 李伟锋²

(1. 中原工学院 软件工程学院, 河南 郑州 450007; 2. 中原工学院 电信学院, 河南 郑州 450007)

摘要 介绍一种基于 VB 和神经模糊算法的土工布性能测试系统开发平台的构架与实现方法, 提出了设计思想和开发模型, 对实现系统开发平台的测试软、硬件, 数据库的建立, 网络安全及驱动模糊逻辑控制器等技术进行了研究, 并给出由其实现的土工布平面内水流量测试仪应用实例。实践证明, 该开发平台有利于土工布性能测试仪器的智能化、网络化, 缩短相关测试仪器的设计周期, 具有较好的实用性。

关键词 神经模糊算法; 土工布; 测试系统; 开发平台; 平面内水流量

中图分类号: TS103.6 文献标识码: A

Development platform of testing system for geotextiles based on VB and neuro-fuzzy algorithm

GUO Jifeng¹, LI Weifeng²

(1. Department of Software Engineering, Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou, Henan 450007, China;

2. Department of Electrical Engineering, Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou, Henan 450007, China)

Abstract This paper described the development platform of testing system for geotextiles by using VB and neuro-fuzzy algorithm, and elucidates the design idea and model with focuses on the software and hardware for testing, establishing data bank, network security and driving fuzzy-logic controller et al. An exemplum is given of testing the volume of water flow on a given plane of geotextiles. It is proved that the development platform helps the intellectualization and networking of testing instruments for geotextile and shortening their design cycle. It has better practical value.

Key words neuro-fuzzy algorithm; geotextile; testing system; development platform; volume of water flow on a given plane

近年来, 国家制定了土工布产品标准、测试标准、设计和施工规范等, 因此对土工布质量、性能的分析测试不断增多, 要求也愈发规范, 对测试仪的要求也越来越迫切。目前, 已开发出了几种单台土工布性能测试仪^[1-2]。为了缩短测试仪器开发周期, 加快各种土工布性能测试仪器的开发及测试技术的远程交流, 本文研制了土工布性能测试系统开发平台。

1 平台方案及主要技术要点

土工布性能测试系统开发平台是一种基于分

层、分模块的网络开发方案。它把整个测试系统开发平台分成下层设备层、中层通信层和上层数据处理、分析层等 3 层。每层根据功能性质独立划分成相应的模块。为便于软件的设计和升级改进, 各个模块之间在规定的接口标准下是相互独立的。每个模块重点保证可重复利用性, 在后续的开发中, 对新增加的设备不需要进行所有模块的开发, 只需要在下层设备层中增加相应的开发程序, 其它的部分, 如数据采集、数据通信、数据处理、数据分析则不必重复开发。通过分层、分模块, 把面向不同设备的土工布性能测试仪开发过程中相同点加以归纳, 有效地减

收稿日期: 2007-01-17 修回日期: 2007-05-14

基金项目: 中国纺织工业协会科技指导性项目(2005022)

作者简介: 郭基凤(1963—), 女, 副教授, 硕士。主要研究领域包括土工布检测技术与计算机智能化装置。李伟锋, 通讯作者, E-mail: weiweifeng@zzti.edu.cn。

少了实际开发过程中不必要的重复,并保证土工布性能测试系统的软、硬件开发能够在一定基础上不断地积累、提高。

1.1 测试硬件设备

测试硬件设备主要包括传感器、信号调理、I/O设备与计算机。传感器的输出信号是不同类型的模拟量,需要通过信号调理模块进行信号放大、隔离、多路复用、滤波、传感器激励以及同步采样与保持等处理。信号调理模块是自行研制,支持多种模拟信号输入、模拟输出、开关以及数字I/O。I/O设备主要完成被测控信号的采集、放大、转换,采用研华的PCI-1711B采集卡,它是一个12位8通道的高速、多功能数据采集卡;采样频率高达100 kHz;精度偏差1位,线性度偏差1位。驱动卡选用研华PCL839,它有3个步进电机的独立、同步控制,光隔离输出,可直接访问卡上控制器的寄存器。

1.2 测试软件

在Windows XP环境下,采用VB6.0为编程软件,实现设备的控制及数据采集、转化和处理。程序采用VC++,创建自己的动态链接库MyPot.dll,其中有2个函数:vbInb()和vbOutb()。vbInb()函数功能是从端口读字节,vbOutb()函数功能是将字节输出到端口。

2 数据库的建立及网络安全

数据库管理、网络安全也是土工布性能测试系统开发平台的关键问题。土工布性能测试系统开发平台方案提出了基于松散耦合的、可扩展的分层数据库方案。针对网络共享中的安全问题,该方案提供相应的网络授权、运营机制给予较好地解决。

2.1 数据采集模块及数据库

数据采集模块负责各种模拟信号和开关信号的收集,数据库用于存放底层采集所采集的全部有效数据,该数据库是整个数据库的核心,是中央资源数据库的一个逻辑数据库。根据土工布测试用时较长等特点,逻辑数据库中存放所有采集设备的数据,使得底层设备做到最简。所有对数据的请求全部转到管理终端之间来应答和实现。

2.2 数据处理模块及设备数据库

数据处理模块完成数据的采集控制、设备数据库的操作、数据发布等任务。应用软件对采集到的数据进行数字滤波去除干扰信号和错误数据,可进

行设备的自动诊断,为滤波时间常数设置8个档位,按在线检测状况选择软件滤波方式及其时间常数,提高抗干扰能力,并通过当量代换换算成实际所测的数据来显示和记录。为了解数据本身的意义,通过数据来分析实验结果和土工布的性能指标参数,实现在土工材料测试中对数据的复杂处理,如F变换、Z变换、智能化分析等,平台开发了相应的专用模块,并具有参数表、曲线、柱状、饼状等显示方式。

采用测量数据限幅滤波和平滑滤波分别剔除奇异项和随机噪声。根据经验,确定出2次采样输入信号可能出现的最大偏差 ΔY ,如果超过此偏差值,则表明该输入信号是干扰信号,应该舍弃;如果小于此偏差值,则可以将信号作为本次采样值。限幅滤波就是把相邻的2次采样值相减,求出其增量(以绝对值表示),然后与2次采样允许的最大偏差值 ΔY (由被控对象的实际情况决定)进行比较,如果小于等于 ΔY ,则取用本次采样值;如果大于 ΔY ,则仍取用上次采样值作为本次采样值。即

$$|Y_n - Y_{n-1}| \leq \Delta Y, \text{则 } Y_n = Y_n, \text{取本次采样值}$$

$$|Y_n - Y_{n-1}| > \Delta Y, \text{则 } Y_n = Y_{n-1}, \text{取上次采样值}$$

式中: Y_n 为第 n 次采样值; Y_{n-1} 为第 $n-1$ 次采样值; ΔY 为2次采样值允许的最大偏差,大小取决于采样周期 T 和 Y 值的变化动态响应。

限幅滤波法的关键在于 ΔY 的选择,如果 ΔY 选取的过大则不易滤除干扰信号;而 ΔY 选取的过小则可能会滤去有用的信号,不能做到完全跟踪被控对象,因此, ΔY 必须适当选择。

从数据采集系统获得的数据,其上往往叠加有随机噪声。在很多情况下可以近似地认为是白噪声。白噪声具有一个很重要的统计特性,即它的统计平均值为零。本文中采用的是移动平均法来过滤信号中的白噪声,移动平均滤波相当于是一个低通滤波器。

设数字滤波器的输入为 x ,输出为 y ,并设 a_k 、 b_k 为常数,则其输入输出之间的关系可用常系数差分方程表示为

$$y(n) = \sum_{k=0}^N xa_k(n-k) - \sum_{k=1}^N yb_k(n-k)$$

上式表明,在 n 时刻,系统的输出是由同时刻的输入、过去的输入和过去的输出共同决定的。当 $b_k=0$ 时,输出仅仅是过去输入的函数,这种形式的数字滤波器为非递归形;当 $b_k \neq 0$ 时,称为递归形数字滤波器。本文设计的为三点平均非递归形数字滤

波器。其数学模型是

$$y(n) = 1/3[x(n) + x(n - 1) + x(n - 2)]$$

移动平均法的特点之一是相位延迟为一常数,就是说,在时域上,不论信号的波形如何,在同一种算法下,经滤波器后的输出波型,各频率分量的延时都相同,因此不会产生类似于模拟示波器相频特性的非线性引起的相位群延时失真。

设备数据库中包括对各种底层设备资源的定义。如设备的采集频率、现在工作通道、设备放置位置、设备编号等一些数据。还包括所有管理终端的基本信息和状态,管理终端对底层设备的使用情况,另外诸如数据的转换、显示方式等也作为一种重要的设备资源存放起来,以便其他用户共享。该数据库也是网络平台权限控制的基础。

为了整合各种资源,提高测试系统开发水平,平台把各用户所制定的数据处理、分析方式作为一种资源加以保存、管理和利用。一方面提高工作效率,提高资源的利用率;另一方面,为各用户相互学习、取长补短提供一个平台。此外,为了保持系统的可扩展性,设置预留接口,后续开发者可根据实际发展的需要实现与系统平台的无缝连接。

2.3 数据网络通讯模块及权限管理

土工布性能测试系统开发平台可远程访问,可接入互联网,使 Internet 能连结测试系统,具备远距离监控、诊断、维修、数据共享、服务等功能。数据通讯模块负责远端方式下不同计算机之间的信息交互;网络功能模块为实验室与外界的交流而设,它可以在网上公布实验结果;监控模块主要负责对数据采集和系统控制过程中的状态进行监视,并且将远端计算机的各种命令(如采集功能设定、信息收发等)进行翻译,然后再对采集板和各种设备进行具体操作。良好、完善的权限控制是维护系统正常运行的重要前提。针对权限控制模块的设计分为权限列表结构设计和权限管理机制设计。

2.4 驱动模糊逻辑控制器

模糊逻辑控制器^[3]提供了一种算法,这种算法能使基于专业知识的语言控制转化成一种自动控制。模糊逻辑控制器的主要问题是调节器参数的选择。为确定参数的选择,文献[4]应用适应性神经模糊推理体系(ANFIS)方法论,通过实验数值取得模糊逻辑控制器的参数,这个实验框图如图1所示。计算机程序产生步进输出信号给系统,并且储存响应,模糊逻辑控制器也可以包括在PC机内,并通过相应的响应作用于系统。

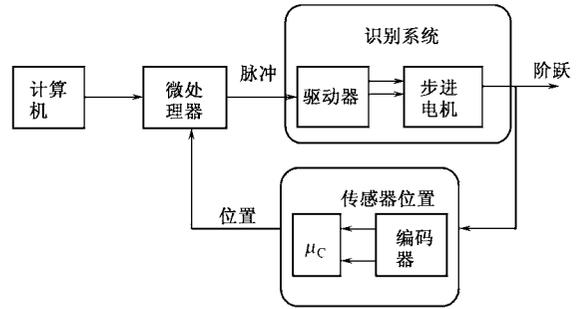


图 1 实验系统框图

Fig.1 Frame of experiment system

考虑到步进电机的动态作用和它对误差变化的分析,建立了语言控制原则,原则描述如下:

If Error is LP and Change - Error is LP:

$$\text{Then Speed} = p_1 * \text{Error} + q_1 * \text{Change} - \text{Error} + r_1$$

If Error is LP and Change - Error is MP:

$$\text{Then Speed} = p_2 * \text{Error} + q_2 * \text{Change} - \text{Error} + r_2 \dots$$

这就是控制步进电机的 Sugeno 模糊模型,本文用 ANFIS 方法论估计隶属函数和交替函数的参数。使用了模糊模型的规则 3 和 9 定义隶属函数及每个语言变量隶属函数,给出了模糊控制器的结果。

3 应用实例

目前,土工布性能测试系统开发平台已经完成,并投入到实验室的应用中,土工布平面内水流量测试装置即为应用此平台开发的装置之一。

表1是利用开发的测试装置对某厂生产的 SNG/C PET/PP 425-4 土工布进行测试的结果,试样1和试样2为同一块土工布上不同位置剪下的2块试样。

表 1 土工布平面内水流量

Tab.1 Geotextile of water flow capacity in their plane

试样编号	水力梯度	法向压力/kPa	集水时间/s	集水体积/m ³	平面水流量/(m ² ·s ⁻¹)
1	0.1	20	3 000	0.000 51	8.333 × 10 ⁻⁷
1	0.1	20	3 002	0.000 52	8.329 × 10 ⁻⁷
1	1.0	20	301	0.000 50	8.310 × 10 ⁻⁶
1	1.0	20	302	0.000 50	8.280 × 10 ⁻⁶
1	0.1	100	8 700	0.000 25	1.440 × 10 ⁻⁷
1	1.0	100	1 710	0.000 50	1.460 × 10 ⁻⁶
1	0.1	200	14 700	0.000 15	5.100 × 10 ⁻⁸
1	1.0	200	3 480	0.000 35	5.030 × 10 ⁻⁷
2	0.1	20	2 998	0.000 50	8.340 × 10 ⁻⁷
2	1.0	20	300	0.000 50	8.330 × 10 ⁻⁶
2	0.1	100	8 701	0.000 25	1.440 × 10 ⁻⁷
2	1.0	100	1 705	0.000 50	1.470 × 10 ⁻⁶
2	1.0	200	3 476	0.000 35	5.030 × 10 ⁻⁷

平面内水流量是土工布的主要性能指标之一,主要应用于水利工程土工布的性能测试。其测试系统的数据采集、数据通信、数据处理、数据分析、加压驱动等由开发平台完成,根据平面内水流量性能指标测试的特点,只小部分需重新开发。

从测试数据可知,本文研制的测试装置的测试精度高,稳定性好,平面内水流量符合压力越小,水力梯度越大,流量越大的一般规律。

4 结束语

实践证明,构建的分层、分模块开发、资源共享的土工布性能测试系统开发平台,可针对土工布性能进行长时间、可靠的测试。测试系统不但具有一般的测试功能,具备较强的抗干扰能力和较高的可

靠性,随着新设备的不断出现,它还具有开发、维护、整合、再开发、再维护、再整合的循环能力。它的研制成功缩短了相关测试仪器的设计周期,有利于土工布性能测试仪器智能化、网络化水平的提高。

FZXB

参考文献:

- [1] 李伟锋. 基于 RS-485 总线的土工膜水力性能测试仪研制[J]. 纺织学报, 2005, 26(1): 107 - 109.
- [2] 李玉玲, 巫付专, 李伟锋. 新型土工布力学性能测试系统的研制[J]. 纺织学报, 2004, 25(4): 58 - 59.
- [3] 李伟锋, 张一风. 基于单片机的模糊速度控制在清花中的应用[J]. 纺织学报, 2006, 27(10): 99 - 101.
- [4] Melin P, Castillo O. Intelligent control of a stepping motor drive using a hybrid neuro-fuzzy approach [J]. Soft Computing, 2003, 47: 610 - 622.