

文章编号: 1005-5630(2010)01-0075-07

光学仪器共享与远程控制系统的开发*

李奕鑫, 黄家政, 罗烽庆, 王嘉辉, 王福娟, 蔡志岗

(中山大学 光电材料与技术国家重点实验室, 广东 广州 510275)

摘要: 虚拟仪器技术为解决仪器共享的难题提供了一种可行性方案。LabVIEW 是虚拟仪器中的典型代表, 尽管用户可以通过现有的远程面板技术访问远程资源, 但实验证明, 效果不佳。结合 .Net 和 LabVIEW 两种编程语言的优势, 以 SQL Server 2000 作为系统的后台数据库, 介绍了一套实现光学仪器共享和远程控制的系统。目前, 在该系统上已初步实现了光纤光谱仪、光度计等设备的远程共享和控制, 证明了该系统的可行性。

关键词: 光学仪器; 仪器共享; 远程控制; 虚拟仪器; .Net; LabVIEW

中图分类号: TP 273.5 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1005-5630.2010.01.017

Development of optical instrument sharing and remote control system

LI Yixin, HUANG Jiazheng, LUO Fengqing, WANG Jiahui, WANG Fujuan, CAI Zhigang

(State Key Laboratory of Optoelectronic Materials and Technologies, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Virtual instrument technology provides a feasibility plan to solve the problem of instrument sharing. LabVIEW is a typical representative of virtual instrument, even though users access to remote resources with the existing remote panel technology, however, the experiments proved that the effect was imperfect. Taking SQL Server 2000 as the database, an optical instrument sharing and remote control system based on .Net and LabVIEW programming languages is presented. A fiber-optic spectrometer and an integrating sphere are used as examples in this system, which proves the feasibility of the system.

Key words: optical instrument; instrument sharing; remote control; virtual instrument; .Net; LabVIEW

引 言

随着计算机技术、网络技术和传感器技术的迅猛发展, 加上虚拟仪器的出现, 许多高校纷纷提出利用虚拟仪器构建远程共享平台的想法。通过虚拟仪器技术, 用户仅需在互联网终端即可操作远程仪器, 完成实验内容, 从而达到实验室资源共享, 提高实验效率的目的。

LabVIEW 是美国国家仪器公司推出的一种图形化编程语言^[1], 它提供了强大的网络通信功能, 包括 TCP、UDP 等。许多文献^[2-4]中提到利用 LabVIEW 的远程面板技术可以将 VI(virtual instruments) 嵌入到网页中, 用户只需通过浏览器即可访问到远端 VI 的前面板。此方法虽然简单, 但经过内部网络测试, 现发现嵌入网页中的前面板不够清晰, 操作过程伴有延滞现象, 影响了用户的正常使用。这主要是因为

* 收稿日期: 2009-07-01

基金项目: 中山大学二期 985 博学工程资助项目(30000-3274800)

作者简介: 李奕鑫(1983-), 男, 广东潮州人, 硕士研究生, 主要从事光电测量与控制、虚拟仪器应用方面的研究。

校园网用户带宽有限。因此,现结合 .Net 和 LabVIEW 两种编程语言的优势,基于 Client/Server(C/S) 结构,以 SQL Server 2000 作为系统数据库,开发了一套实现光学仪器共享和远程控制的系统^[5]。

1 系统结构与特点

1.1 系统结构

系统主要供校园网用户使用,用户通过客户端软件连接到服务器的数据库上进行预订实验操作,服务器负责分配工作站上的空闲资源供用户使用,如图 1 所示。

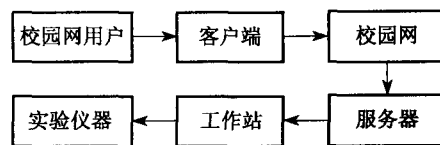


图 1 系统结构示意图

Fig. 1 Structure of system

1.2 系统特点

客户端软件无需更新。系统虽然采用 C/S 结构,但用户只需根据预订情况操作相应实验程序即可,避免了升级困难^[6,7]等问题。

采用服务器和工作站的模式,减轻了服务器负担。服务器起到数据库以及管理工作站的功能,数据库用于保存用户信息,当用户预订实验成功后,实验过程无需经过服务器,只通过工作站直接和仪器通信。管理员可以在服务器上进行查看、修改、添加、移除等操作,系统组织灵活,扩展性强。

人机交互性强。LabVIEW 可通过 VISA、GPIB、RS-232 等驱动程序或接口开发数据采集和仪器控制系统。系统的客户端包括实验程序采用 LabVIEW 进行开发,界面友好,操作方便,配合强大的数据采集与处理能力,大大提高了编程效率。

2 系统设计

系统包括服务器后台、客户端、数据库以及实验程序等四部分。 .Net 编程环境是微软公司开发的一种基于 Windows 操作系统上的多功能编程环境,提供了一组用于数据库连接和查询的 API(application programming interface)及 Window 窗体 API。系统函数库分为四个部分:Business(业务类)、Configuration(配置类)、DB(数据库操作类)和 Entity(实体类)。Business 类分成三个业务类:LabviewFunciton、RemoteControl 和 RemoteManage,分别是在客户端 VI、客户端窗体、服务器端后台所用的函数。Configuration 类主要是对系统的配置文件 conf_connect.xml(客户端)和 conf_server.xml(服务器后台)里面的配置信息进行读取和写入。DB 类主要是获取数据库连接、底层的查询和执行数据库命令的函数。Entity 类里面封装了数据库里各个数据表的对象类。

2.1 服务器后台

服务器后台使用 .Net 进行构建,分为五大模块。如图 2 所示,分别是登录操作、工作站管理、VI 管理(即实验管理)、查看远程登陆历史和用户管理。管理后台的建立是为了管理员能方便地对系统数据库进行操作,维护系统的正常运作。

“登陆操作”属于用户身份验证一类,包括新用户注册、用户登陆、退出系统等操作。“工作站管理”包括 6 个选项,启动工作站、查看工作站状态、添加工作站、查看工作站列表、设置实验时间、停止工作站。“VI 管理”包含“添加 VI”和“VI 列表”两个选项。“VI 列表”窗口列出了所有可供用户进行远程实验的 VI,包括编号、名称、所属工作站、状态、路径、实验描述等。“查看远程登陆历史”记录了每个用户使用工作站资源的情况,包括订单编号、用户名、使用的工作站名称、工作站 IP、实验 VI、实验开始时间和结束时间等。“查看登陆历史”方便管理员随时跟踪用户对系统的使用状态,及时总结系统的不足和需要改进的地方,以便日后的维护和使用。“用户管理”包括注册用户管理和管理员用户管理。

图 3 为服务器后台窗体。一个窗体用于显示一类对象的列表,而这类对象的详细情况会有另外的窗体来显示。MainForm、FrmLogin 和 FrmRegister 分别为主窗体、登陆窗体和注册窗体。FrmWorksiteList 是显示所有工作站的一个列表窗体,如果选中其中一个工作站来进行进一步操作的话就会转入 FrmWorksite 窗体,FrmWorksite 窗体里包含对工作站的增加、删除、修改等功能。类似的窗体还有 FrmVI 和 FrmVIList。FrmManagerView、FrmUserView 和 FrmHistory 分别是管理员查询、用户查询和历史查询窗体。

FrmModifyConf 是修改配置文件窗体,管理员可以在管理后台直接修改配置文件的参数。

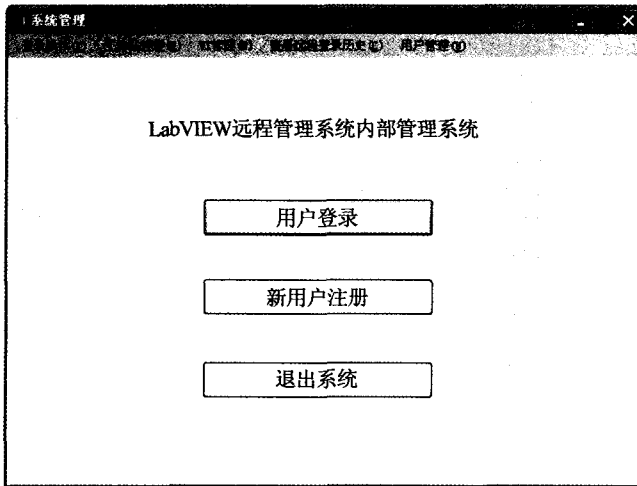


图 2 服务器后台主界面

Fig. 2 Main interface for server

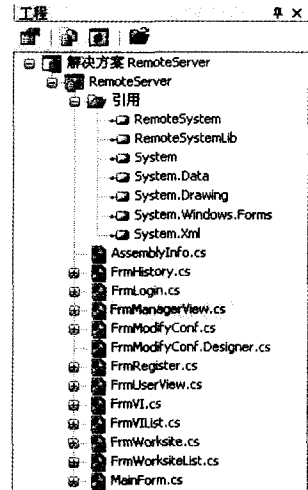


图 3 服务器后台窗体

Fig. 3 API of server

2.2 客户端

光学仪器共享与远程控制系统的客户端界面(图 4)主要分为两部分。左边是物理实验教学中心介绍、使用说明及版权;右边包括“预订实验”、“开始实验”、“跳出系统”3 个按钮,实现了整个客户端的功能。

如图 5 所示,当用户进行远程实验时,首先需要预订实验,它包括了连接数据库、用户身份安全验证和选择实验。用户在开始实验前需要测试与服务器的连接情况,连接成功后,系统将开启用户验证模块。新用户需要注册后才允许登陆,已注册用户可以直接登陆。用户成功登陆后,可以选择空闲工作站上的空闲实验(图 6),预订成功后就可以开始远程实验了。

客户端使用.Net和 LabVIEW 进行构建。客户端窗体主要包括主窗体 MainForm、连接数据库窗体 FrmConnect、登录窗体 FrmLogin、注册窗体 FrmRegister 和操作窗体 FrmOperate。FrmOperate 是整个客户端窗体的核心部分,其主要功能有两个:

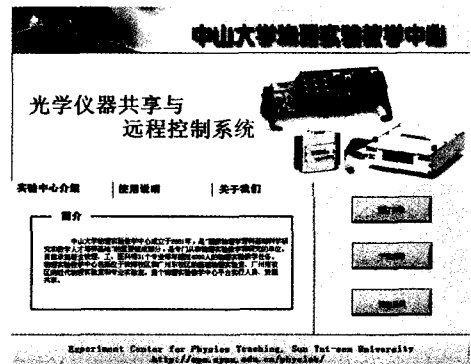


图 4 光学仪器共享与远程控制系统客户端界面

Fig. 4 Interface for client of optical instrument sharing and remote control system

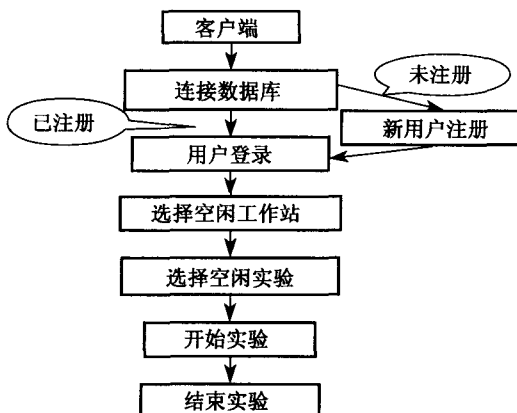


图 5 远程实验流程图

Fig. 5 Work chart of remote experiment

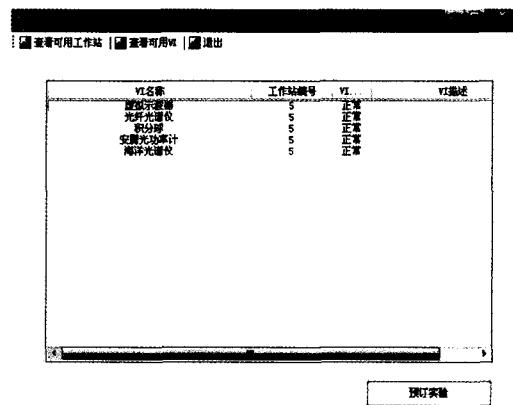


图 6 选择实验

Fig. 6 Experiment for choosing

第一,显示当前远端服务器的状态,其状态有“空闲”、“预订中”、“占用”和“维护中”四种状态;第二,显示工作站上提供的实验 VI。

接下来介绍 LabVIEW 编程的主要部分。首先点击“预订实验”按钮(图 7),把用户的标识号 LabviewID 作为一个属性值传递进去,调用客户端窗体 MainForm 之后,预订实验就交给客户端窗体来完成。

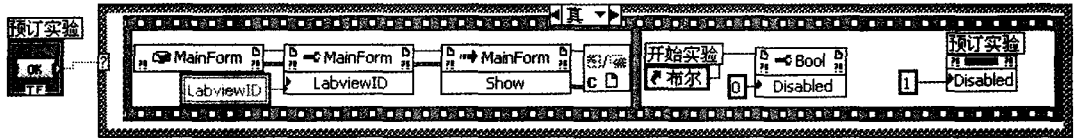


图 7 预订实验

Fig. 7 Experiment scheduling

接着点击“开始实验”按钮(见图 8),程序调用 LabviewFunction 类里面的 GetBookInfo() 函数,它通过 LabviewID 在数据库里查找用户的预订信息,根据返回的数值调用 BeginExperiment() 函数。数据库操作成功后,开始请求工作站。请求成功后,程序会弹出对话框,提示用户工作站的 IP 地址以及服务器端的程序已经运行,用户可以通过这个地址打开相应的实验客户端程序来进行实验。

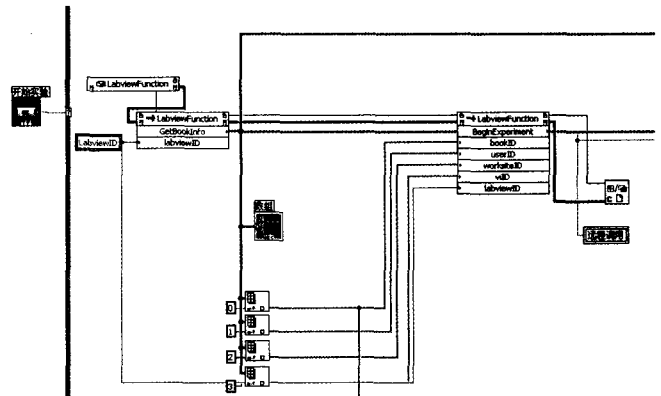


图 8 开始实验

Fig. 8 Experiment beginning

当用户开始远程实验时,客户端主要执行三大循环,如图 9 所示。从上至下,第一个循环是用来处理实验超时情况的,实验时间到达时,调用 LabviewFunction 类里面的 ExitExperiment() 函数释放工作站资源,然后停止实验。第二个循环里面有两个按钮事件,点击“下载客户端实验”按钮,调用 RemoteControl 类里面的 LinkToFTP() 函数,供用户下载实验客户端程序;点击“停止实验”按钮,调用 LabviewFunction 类里面的 ExitExperiment() 函数停止试验并释放工作站资源;第三个循环的功能是检测用户与工作站之间的连接是否正常,由于用户非法退出程序或者死机等情况,都会造成与工作站之间的连接断开,当工作站接收到标志信息后,执行 ExitExperiment() 函数来释放工作站资源。

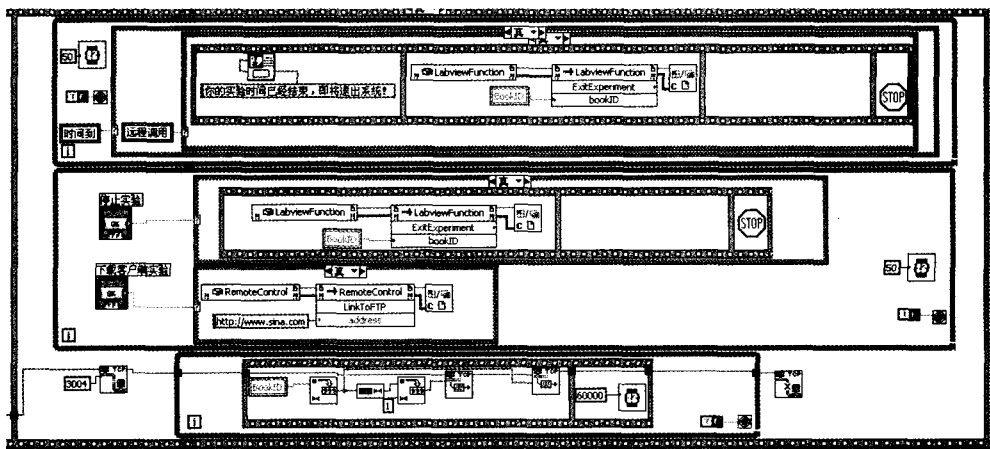


图 9 循环部分

Fig. 9 The while loop

最后是“跳出系统”按钮(详见图 10)。当用户点击此按钮时,程序判断用户是否已经预订了实验,如果没有则调用 LabviewFunciton 类里面的 AbortExperiment() 函数来释放工作站资源;如果预订了实验则调用 ExitExperiment() 函数来释放工作站资源。

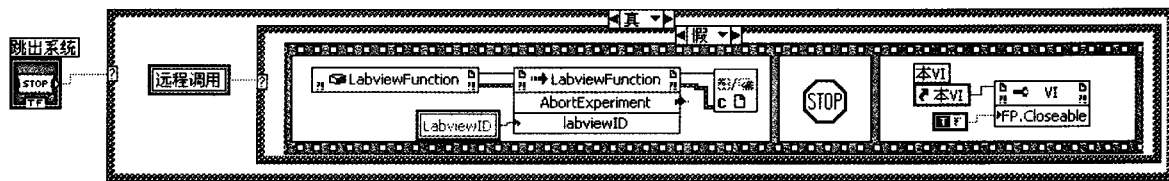


图 10 跳出系统

Fig. 10 Experiment exiting

2.3 数据库

结合 .Net 语言环境与 LabVIEW 语言环境进行编程,虽然能最大限度地发挥两个环境的优势,但也带来了一个技术难点,就是两个编程语言之间的数据如何实现交换。尽管 LabVIEW 提供了对 .Net 环境的支持,能通过调用 .Net 的实例构造器、类方法返回数据和数据类型映射来实现数据交换,但这只局限于单个方法的调用。系统通过一连串的窗体调用来实现客户端操作,所以当用户选择好工作站以及实验时,这些 .Net 里的信息(如工作站 IP、实验的存储路径等)根本不能传回给 LabVIEW 环境来进行远程实验调用。

因此,现把用户选择工作站及实验这一环节和 LabVIEW 远程调用环节的业务逻辑独立分开,再用数据库连接起来,这样就可实现两者数据互通了。在 .Net 的窗体中,把用户选择工作站和实验的信息存入数据库;在 LabVIEW 环境中需要进行远程调用的时候再把用户的预订信息从数据库中取出来,这样通过数据库所起的桥梁作用就实现了不同编程语言环境之间的数据互通。

图 11 为数据表结构。系统数据库共包括 6 个数据表,分别记录系统工作中不同成员的数据和状态。这六个数据表分别是:用户表(users)、工作站表(worksite)、实验 VI 表(VIs)、预订表(book)、历史表(history)和管理员表(manager)。

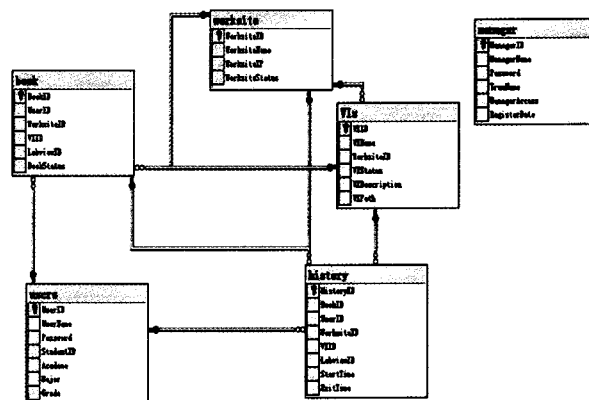


图 11 数据表

Fig. 11 Data sheet

2.4 实验程序

由于工作站上的实验程序无法直接显示并运行在客户端上,因此必须开发网络版的实验程序。所谓网络版,就是对每个实验开发一个工作站程序和一个客户端程序,使两者能够互相通信。工作站配置了实验所需的各种仪器和数据采集卡,工作站程序的主要功能是连接仪器、接收命令及获取实验数据;客户端程序的任务则是请求连接、发送命令、显示及处理实验数据。

实验程序全部采用 LabVIEW 编程,LabVIEW 提供了强大的网络通信功能,包括 TCP、UDP、SMTP-Email、DataSocket、ActiveX 及远程面板等。前面讲到,远程面板虽然支持直接操作位于远程计算机上的 VI 面板,但是画面不够清晰,影响用户使用。实验程序采用了 DataSocket 技术^[8,9],用于测试数据高速实时共享,它可以对各种形式的的数据或采集到的波形直接进行传输,省去数据交换的大量工作,大大提高了编程效率。

3 实验及结果分析

目前,在中山大学光信息科学与技术实验室已经实现了部分仪器的控制,包括光纤光谱仪与光度计。在这里介绍一下光纤光谱仪^[10]的控制实验。图 12 是光纤光谱仪的实验界面,可实现对远程光谱仪的波长、采样、滤波、扫描、带宽等控制,左下角的按钮可实现采集光谱、保存光谱、清除光谱、打开文件等功能。图 13 为框图程序。

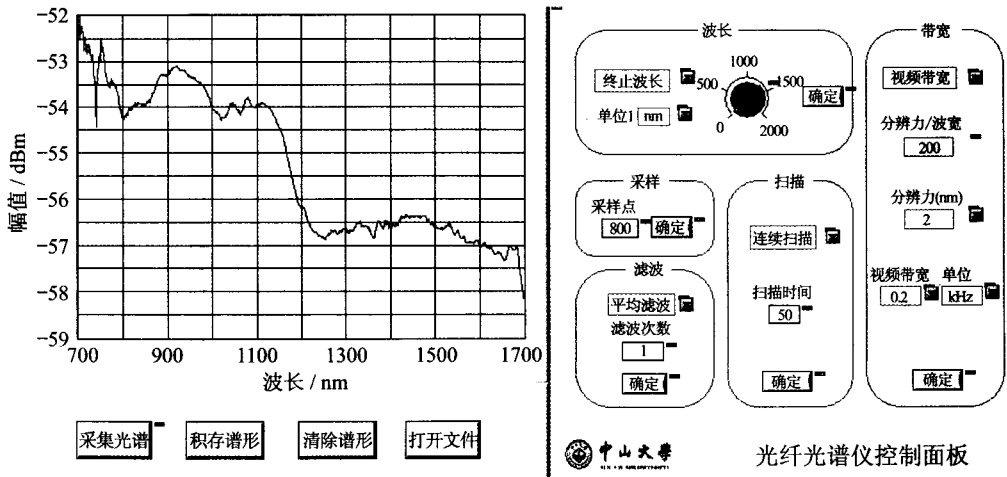


图 12 光纤光谱仪实验界面

Fig. 12 Experiment interface for OSA

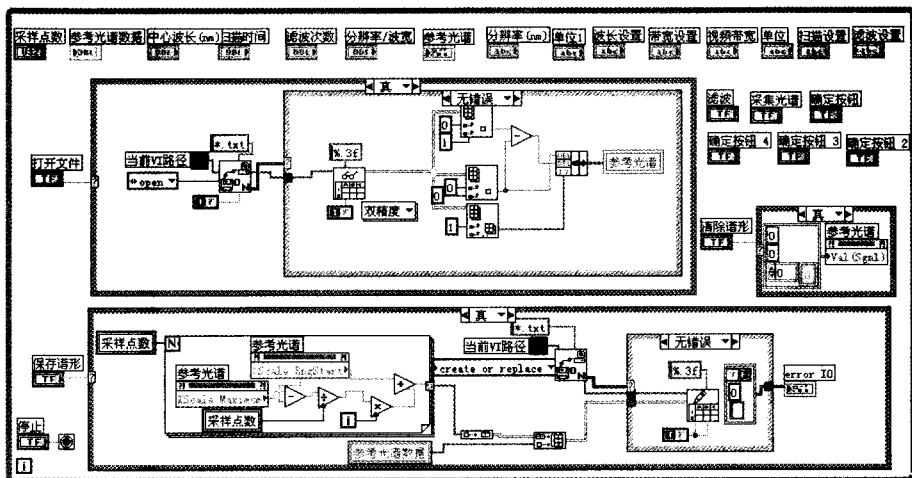


图 13 光纤光谱仪实验框图程序

Fig. 13 Programming of experiment for OSA

利用 DataSocket 技术,图 12 的控制界面既可以作为单机版实验界面,也可以作为网络版中工作站端的实验界面,只需对部分参数进行 URL(统一资源定位符)的路径设置即可实现客户端实验界面。因此工作站端的程序往往比客户端的程序要复杂些。图 12 中的光谱是通过远程操作采集到的 AQ4305 白光光谱,与光谱仪采集到的光谱完全一致,证明了该系统的可靠性。

4 结 论

结合 .Net 和 LabVIEW 两种编程语言的优势,通过标准 Windows 窗口设计和人机交互性强的操作界

面,构建了一个光学仪器共享与远程控制的系统平台,效果显著。光学仪器共享与远程控制系统可充分利用现有实验资源,打破时空限制,是解决目前实验室资源有限,使更多用户能够使用光学仪器的一种有效途径。当然,系统基于局域网而运转,网络质量是保障,网络安全也是一个重要的影响因素。

参考文献:

- [1] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8. 20 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 黄家政. LabVIEW 虚拟仪器测量远程管理共享系统[D]. 广州:中山大学理工学院,2008.
- [3] 肖四友,张文祥. 开放自主式远程实验室构建的关键技术[J]. 实验室研究与探索,2008,27(8):54-57,114.
- [4] 魏 东,刘蕴红. 基于 LabVIEW 的中央空调远程实验室的开发[J]. 计算机应用,2007,27(S1):423-424.
- [5] 张俊星,王培昌. 基于远程面板技术的液化气装卸站监控系统设计[J]. 化工自动化及仪表,2008,35(3):71-73.
- [6] 戴亚平,田德振,董芳艳. 混合结构的互联网资源共享和远程控制实验室[J]. 仪器仪表学报,2008,29(2):250-255.
- [7] 田德振,戴亚平,左 哲. 基于 Web 的远程实验室设计问题研究[J]. 计算机应用研究,2008,25(10):3181-3183.
- [8] 潘海彬,胡 壮,张春果. 基于 DataSocket 分布式测控网络数据通信方法研究[J]. 计算机应用,2008,28(2):397-398,405.
- [9] 潘海彬,胡 壮,张春果,等. 基于虚拟仪器和数据 Socket 技术的机械振动远程监测系统[J]. 仪表技术与传感器,2008(7):24-26.
- [10] 谭春华. LabVIEW 在光谱分析仪实验教学中的应用[J]. 光学仪器,2008,30(2):34-38.



用声波聚焦取代光学聚焦 荧光显微技术实现深层观测新突破

借助荧光显微技术,研究人员可以深入观察活体动物内部器官组织和活细胞,但该技术局限于被观测物的表面厚度不能超过 1mm。现在,德国专家发明了一种新方法,可以观测更厚表层下的活体动物器官组织。

利用动物蛋白质对光的选择吸收特性,科学家早已发明了用荧光显微镜观测活体动物内部器官组织和活细胞的技术,但光在动物内部组织的聚焦性能太弱,使显微镜下的图像变得非常模糊,因此这项技术一直局限于研究表层厚度不超过 1mm 的活体。德国慕尼黑技术大学和海姆赫茨研究中心的研究人员利用自己开发的“多谱耦合层析摄影”技术(MSOT),成功地拍摄了清晰度很高、表层厚度超过 6mm 的斑马鱼三维脊椎图。在这项新技术开发中,研究人员利用声波聚焦取代了光学聚焦来重构图像,这一技术突破将使未来研究大型活体动物的内部器官组织和活细胞成为可能。

通过荧光显微镜技术,科学家还可以对生物分子进行光学标注,研究在纳米尺度内的分子图像。研究人员利用这种方法可以减少荧光着色活体组织的背景干扰信号,未来不仅可以研究其它脊椎动物的细胞功能,还可用于开发直接针对动物器官和组织的新药。

(摘自《科技日报》)