

·计算机技术应用·

LabVIEW 环境下电磁学远程实验教学系统的实现

吕红英^{1,2}, 吴先球², 刘朝辉², 部德才², 谭穗妍¹, 李凌燕¹

(1. 华南农业大学 理学院, 广东 广州 510642; 2. 华南师范大学 物理与电信工程学院, 广东 广州 510631)

摘要:将虚拟仪器技术与远程实验技术结合,在 LabVIEW 环境下开发了电磁学远程实验系统。学生在本地计算机上运行客户机程序,通过操作仿真的实验面板,调节实验机端虚拟信号发生器的输出,控制单片机以改变远程实验室的电阻、电容等元件值,得到反馈的真实实验电路的数据,用虚拟示波器观测和记录,在异地完成真实的电磁学实验。

关键词:虚拟仪器; 远程实验; 声卡; 电磁学实验; LabVIEW

中图分类号:TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7167(2006)06-0634-04

Realization of Remote Electromagnetism Experimental Teaching System Based on LabVIEW

LÜ Hong-ying^{1,2}, WU Xian-qiu², LIU Zhao-hui², BU De-cai², TAN Sui-yan¹, LI Ling-yan¹

(1. College of Sciences, South China Agricultural Univ., Guangzhou 510642, China;

2. School of Physics and Telecommunication Eng., South China Normal Univ., Guangzhou 510631)

Abstract: The remote electromagnetism experimental system that combined virtual instrument technique with remote experiment technique was developed in LabVIEW. Students run the client program on the local computer, and then conduct the remote experiment by operating the emulational instrumental panel. They can adjust the virtual signal generator, control the singlechip microprocessor to change the parameters of circuit elements such as the resistance and the capacitance which are in the remote laboratory, acquire the actual experiment data, measure and record them with the virtual oscilloscope. So students remotely accomplish the electromagnetism experiment with the feelings of running actual experiment.

Key words: virtual instrument; remote experiment; sound card; electromagnetism experiment; LabVIEW

1 引言

随着网络技术的飞速发展,基于互联网的远程实验^[1,2]成为远程教育的一个重要发展方向。从远程计算机上进行实验操作和观察,所得到的实验结果与本地得到的完全相同,如同在实验室真实操作实验设备一样。同时,虚拟仪器技术逐渐应用于实验教学^[3,4],学生通过操作虚拟面板就可学习和掌握仪器原理、功能与操作,并通过与其它仪器、电路的相互配合,完成

实际实验过程,达到与用实际仪器教学相同的实验目的。基于虚拟仪器的远程实验,可将虚拟仪器技术与远程实验技术结合,提供一种全新的实验范型,并为远程实验的发展开辟一个新的方向。在 LabVIEW6.1 环境下开发了基于虚拟仪器技术的电磁学远程实验系统,学生可在本地计算机上运行客户机程序,通过操作仿真的实验面板,调节实验机端虚拟信号发生器的输出,控制单片机以改变远程实验室的电阻、电容等元件值,得到反馈的真实实验电路的数据,用虚拟示波器观测和记录,在异地完成真实的电磁学实验。

2 远程实验系统的实现

电磁学实验需要用到的仪器有信号发生器、示波器、电压表和电阻、电感、电容等元件。远程实验系统需要实现学生远程控制信号发生器,远程调节电阻、电容等元件值,得到实验室内真实实验电路的数据,并用

收稿日期:2005-12-06

基金项目:全国教育科学十五规划项目(ECB030477);华南农业大学教改项目

作者简介:吕红英(1979-),女,山东成武人,助教,硕士,主要研究方向:虚拟仪器技术,远程实验技术,电话:13826007958, E-mail: lhy@scau.edu.cn

示波器和电压表测量。虚拟仪器便于与网络互连,本文采用虚拟仪器代替传统仪器。计算机声卡可同时作为AD/DA卡,进行数据的采样和输出,因此采用声卡研制虚拟仪器,取代专用的数据采集卡^[5],大大降低实验系统的成本,且在音频范围内完全满足实验要求。

2.1 虚拟信号发生器

LabVIEW函数库^[6]中提供了信号产生类函数,利用这些函数编写虚拟信号发生器程序,可产生正弦波、方波、三角波和锯齿波4种波形,并可调节其频率、幅度和相位。通过调用LabVIEW中的声卡输出节点,将数字信号经由声卡的数模变换器转换为模拟信号,由声卡的线路输出接口(LINE OUT)或扬声器接口(SPEAKER)输出给实验线路。

2.2 虚拟示波器

被测对象的模拟信号通过计算机声卡的线路输入插孔(LINE IN)或麦克风插孔(MIC)输入,利用声卡的模数变换器转换为数字信号,通过调用LabVIEW中的声卡输入节点,送入运行在计算机上的虚拟示波器显示,示波器的其它功能则完全由软件编程实现,如触发控制、波形显示、波形调节、数据存储和电压测量。

2.3 电路元件参数调节

为实现通过计算机调节电路元件参数,对实验用到的电阻箱、电感箱及电容箱加装继电器控制电路^[7](如图1所示),用单片机控制继电器的状态,进而改变相应器件的参数。单片机与计算机通过串口通信,接收计算机发送的控制指令。计算机与单片机的通信利用LabVIEW中的VISA库(Virtual Instrument Software Architecture)实现。VISA提供了一种统一的I/O库,使用户可以用一种与接口无关的方式为各类仪器编程。

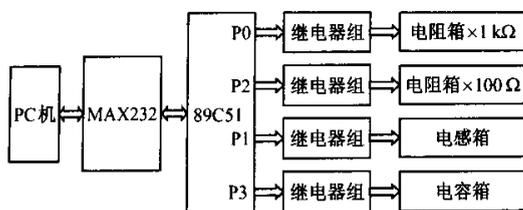


图1 电路元件控制装置的硬件组成

用户通过仿真界面进行操作,改变电路元件参数。单片机程序中,电阻、电感、电容的各个元件值对应着不同的命令字。用户将电阻箱、电感箱、电容箱的虚拟旋钮置于不同档位时,VISA Write节点将相应的命令字通过串口送入单片机,单片机根据预先设置的指令驱动继电器。

2.4 网络通信

远程实验系统采用C/S(Client/Server)模式^[8],其典型运作过程为:①服务器监听相应端口的输入;②客户机发出一个请求;③服务器接收到此请求;④服务器处理此请求,并把结果返回给客户机;⑤重复上述万方数据

过程,直至完成一次会话过程。

客户机与实验机的通信利用TCP/IP协议实现。TCP协议是一个可靠的、基于连接的协议,能保证网络间的可靠传输。C/S模式要分别编写客户机和实验机程序,采用TCP协议可准确传送控制命令和数据。LabVIEW内置了TCP/IP通信协议,提供了如下节点:TCP Listen节点—创建一个监听套接口,并在指定端口等待已接受的TCP网络连接;TCP Open Connection节点—向指定的服务器地址和提供服务的端口上打开TCP网络连接,端口号的设置应与TCP Listen节点中相同;TCP Write节点—将字符串数据写入TCP网络连接;TCP Read节点—从TCP网络连接中读取数据;TCP Close Connection节点—关闭打开的TCP连接。

2.5 服务器设置

上述客户机与实验机的通信只是局域网内的双机通信模式,外部机器若要访问实验机,还需对服务器进行设置。服务器平台上安装Linux操作系统,利用Iptables防火墙技术实现NAT(Network Address Translation)功能^[9],使实验机与服务器通过端口映射的方式传送数据。NAT分为源NAT(SNAT)和目的NAT(DNAT),SNAT指改变转发数据包的源地址,DNAT指改变转发数据包的目的地址。

服务器安装了两块网卡,内网eth0,IP为192.168.0.1,外网eth1,IP为202.116.34.195,实验机在局域网内的IP为192.168.0.20。在服务器的外部网卡上绑定多个合法端口,利用DNAT技术使发给其中一个端口(如202.116.34.195:2350)的包转发至实验机(192.168.0.20)上,再利用SNAT技术将实验机的响应包伪装成服务器外网IP发出的包,即可通过服务器正确通信,实现外部机器对实验机的访问。

3 应用实例

利用上述技术,建立了电磁学远程实验室,开发了“示波器的使用”、“RLC串联电路的暂态过程”、“RLC串联电路的相频特性和幅频特性”和“RLC并联电路的相频特性和幅频特性”4个远程实验。下文以“RLC串联电路的暂态过程”为例说明。

3.1 系统框图和通信流程

系统结构框图如图2所示,学生在客户机上通过仿真面板设置虚拟信号发生器的参数和电阻、电感、电容等元件值,将相应的命令字通过Internet和服务器送往实验机。服务器与实验机通过端口映射的方式传送数据。实验机接收学生发送的虚拟信号发生器参数,由虚拟信号发生器模块产生相应参数的信号,经声卡输出,由音频输出电缆连接至实验线路;同时接收改变电路元件值的命令字,通过串口送入单片机,由单片机根据预先设置的指令驱动继电器,调节电阻、电感、电

容等元件值。音频输入电缆左、右声道分别采集串联电路两端和电阻两端的信号,通过声卡送入实验机,并经由服务器和 Internet 反馈给客户机。学生用虚拟示

波器进行观测和记录,得出实验结果,完成实验。与传统实验相比,只需一台计算机和电阻、电感、电容等元件即可进行实验。

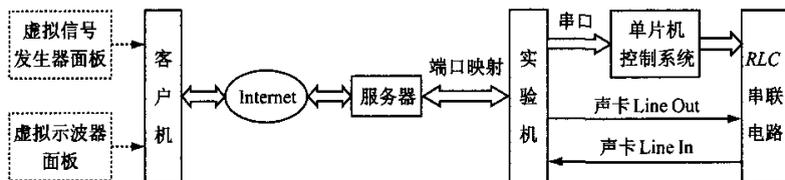


图2 RLC串联电路的暂态过程远程实验系统框图

客户机与实验机程序的流程图见图3。程序置于循环结构中,使学生调节实验参数进行测量的过程可以反复进行。虚线框1、2、3内分别实现了电路元件参数的远程调节、虚拟信号发生器的远程控制和远程数据采集。

虚拟示波器上的“SAVE”按钮,将波形数据存盘。通过设置不同的电路元件值,分别观察欠阻尼暂态过程、临界阻尼暂态过程和过阻尼暂态过程的波形。将3种情况下 u_R 的波形数据导入到 EXCEL 文件中绘图比较,如图5所示。由曲线可知,利用基于虚拟仪器的远程实验系统测量的结果符合实际。

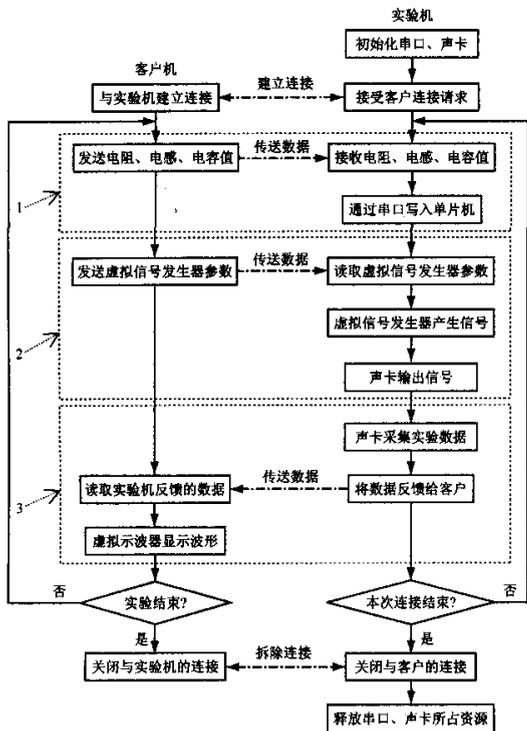


图3 客户机与实验机通信流程图

3.2 实验界面和结果

学生通过任意一台连接到 Internet 的计算机,经浏览器连接到电磁学远程实验教学系统网站,在主页面上选择要进行的实验,进入相关实验的链接网页。预习完实验目的、实验原理、实验操作说明等相关内容后,点击“进行实验”按钮,下载并运行客户机程序(如图4所示),进行远程实验。用户界面上集成了实验所需的全部仪器,学生通过仿真实验面板操作:调节虚拟信号发生器的信号类型、频率、幅度;通过鼠标旋转虚拟旋钮改变远程实验室内的电阻、电感、电容元件值;在虚拟示波器上观察实验机声卡采集的波形,并点击

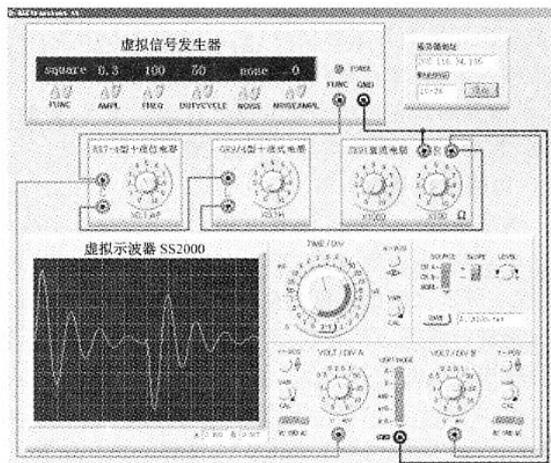


图4 RLC串联电路的暂态过程远程实验客户机程序界面

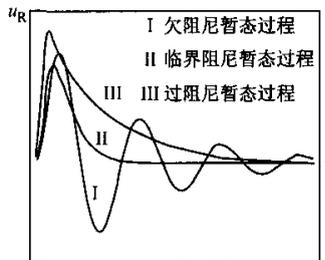


图5 3种情况下的 u_R 波形图

4 结语

电磁学远程实验教学系统将虚拟仪器技术引入远程物理实验教学,让学生利用虚拟仪器实现信号发生、实验数据采集、实验波形的远程观测,并结合电路元件的远程控制,在异地完成真实实验过程,实验得到的结果符合实际。该系统的优势有两点:

(1) 实现了实验资源的共享,使学生可在异地进行真实的实验。仿真的实验界面加强了学生实验的真

实感。通过设置不同的参数,学生可观察各种实验过程,分析参数的变化对实验结果的影响。

(2) 采用基于声卡的虚拟仪器代替传统实验仪器,减少了硬件设备的需求,降低了远程实验系统的成本,易于在各个高校推广。

基于虚拟仪器的远程实验给学生提供了一种全新的实验环境,本文的工作是将虚拟仪器技术与远程实验技术结合的一个尝试。可在此基础上,开发基于声卡的频谱分析仪、扫频仪等其它种类的虚拟仪器,也可与力传感器、温度传感器结合,开展力学、热学实验等更多种类的远程实验系统。

参考文献:

[1] Chetz Colwell, Eileen Scanlon, Martyn Cooper. Using remote laboratories to extend access to science and engineering [J]. Computers & Education, 2002 (38):65-76.

[2] 吴先球,蒋珍美,林美环等.基于双宿主模式的远程物理实验教学系统[J]. 计算机应用研究,2003(4):135-137.

[3] Topalis F. V., Gonos I. F., Vokas G. A.. Arbitrary waveform generator for harmonic distortion tests on compact fluorescent lamps [J]. Measurement, 2001 (30):257-267.

[4] Ian R. Harrison. Thermal analysis of polymers using virtual instruments: A tool for teaching and training [J]. Thermochemica Acta, 2001 (3):85-92.

[5] 郑利锋,杨小雪,张汉全.基于 LabVIEW 的虚拟频谱分析仪设计[J]. 自动化与仪器仪表,2002(5):4-7.

[6] LabVIEW User Manual [EB/OL]. National Instruments Corporation, 2001.11.

[7] 邵德才,吴先球,吕红英等.远程实验中 RLC 电路参数的计算机控制[J]. 实验技术与管理,2005(9):71-73.

[8] 吕红英,吴先球,陈俊芳.用 LabVIEW 实现自制信号发生器的远程控制[J]. 测控技术,2004(10):34-36.

[9] 乐德广,郭东辉,吴伯儒.基于 Netfilter 的 NAT 技术及其应用[J]. 计算机工程,2004(4):35-37.

(上接第 600 页)

殖 BrdU-ELISA 实验结果进行 Pearson 相关性分析显示,两实验评价 GPIF 活性具有显著相关性 ($P < 0.05$),二者存在正相关趋势。

4 讨论

E 花环实验是一个较为经典的免疫学常用实验方法。本实验是依据 T 细胞表面 SRBC 受体即 CD2 分子可以与 SRBC 表面白细胞功能相关抗原 CD58 分子发生特异性的结合的原理,两次将分离的 T 细胞 45℃30 min 灭活之后分别加入不同稀释梯度的 GPIF,以观察在抑制(病理)条件下,GPIF 对 T 细胞生物活性的影响。结果显示 0.5 mg/mL 质量浓度 GPIF 活力最强,浓度过高、过低对 T 细胞活性都有抑制作用;0.5 mg/mL 质量浓度 GPIF 活力高于相同浓度阳性药物胸腺肽组,且与阴性对照组比较有显著差异(见表 1,图 1~3);本文再次采用 GPIF 与 PHA 协同诱导的人外周血淋巴细胞增殖 BrdU-ELISA 实验验证上述结果显示,0.5 mg/mL 质量浓度 GPIF 依然具有最强细胞免疫活性,并得出了与 E 花环实验相似的结论(见表 2)。对 E 花环实验和 BrdU-ELISA 实验结果进行 Pearson 相关性分析显示,两实验结果相关性显著 ($P < 0.05$),说明两实验都可用来评价 GPIF 活性(见图 4,表 3)。

通过实验对比,发现 BrdU-ELISA 实验对检测 GPIF 细胞活性更灵敏,且实验操作简便(试剂盒)、受影响因素小、具有重现性好特点^[10],建议检测具有细胞免疫调节作用药物活性实验采用此法。GPIF 促进 T 细胞活性的机理还不清楚,有待进一步研究^[11~13]。

参考文献:

[1] 张均荪主编.药理学实验方法(上)[M].北京:北京医科大学中国

协和医科大学联合出版社,1998. 651-652.

[2] 张为宇,黄维义, Chauvin Alain.两种方法测定羊外周血淋巴细胞增殖的研究[J]. 中国兽医杂志,2003,39(6):3-6.

[3] 朱立平,陈学清.免疫学常用实验方法[M].北京:北京人民军医出版社,2000.175-176.

[4] 陈妍柯,王亚鹏,吴建中,等.E 花环法测定胸腺肽活性的剂量效应[J]. 中国生化药物杂志,2001,22(5):245-246.

[5] Ute Wagner, Eberhard Burkhardt, Klaus Failing. Evaluation of canine lymphocyte proliferation: comparison of three different colorimetric methods with the ³H-thymidine incorporation assay [J]. Veterinary Immunology and Immunopathology, 1999(70):151-159.

[6] 高利臣,刘宇,魏泓.羊胎免疫调节因子免疫生物活性的研究[J]. 中国生化药物杂志,2004,25(2):72-74.

[7] 姜圣亮,朱上林,王天翔,等.MTT 法应用于肝癌化学免疫治疗敏感性研究[J]. 肿瘤,2001,21(1):23-25.

[8] 刘宇,高利臣,魏泓.羊胎提取液的实验研究[J]. 中国生化药物杂志,2003,24(4):170-172.

[9] Scheibenbogen C., Romero P, Rivoltinni, Herr W, Schmittl A, Cerottini, woelfel T, Eggermont A M, Keilholz U. Quantitation of antigenreactive T cells in peripheral blood by IFN- γ -ELISPOT assay and chromium release assay: a four-centre comparative trial [J]. Immunol. Methods, 2000,244:81-89.

[10] Biotech A P. Cell proliferation ELISA system, version 2 [Z]. USA, 1988: 29-31.

[11] Sur T K, Biswas T K, Ali Liaquat, et al. Anti-inflammatory and anti-platelet aggregation activity of human placenta extract [J]. Acta Pharmacol Sin, 2003,24(2):187-192.

[12] Biswas T K, Auddy Biswajit, Bhattacharya Nitai P, et al. Wound healing activity of human placental extracts in rats [J]. Acta Pharmacol Sin, 2001,22(12): 1113-1116.

[13] Togashi S, Takahashi N, Lwama M, et al. Antioxidative Collagen-Derived Peptides In Human-Placenta Extract [J]. Placenta, 2002, 23: 497-50.