

# 网络环境下远程实验的技术探讨

吴先球, 刘朝辉, 叶穗红, 张 诚, 孙番典, 陈俊芳

(华南师范大学 物理与电信工程学院, 广东 广州 510006)

**摘 要:** 研制了一套基于双客户机/服务器模式和采用 TCP/IP 的远程实验教学系统。自行开发数字信号平均实验装置, 通过 LabVIEW 编程, 实现学生通过互联网实时地操作实验室的仪器设备、获取信号波形和实验数据, 获得由摄像机捕获的实验室现场仪器运行情况实时视频等信息, 在异地完成真实实验过程。远程实验不受时空限制, 有助于实现实验教学资源的真正共建和共享。

**关键词:** 远程实验; LabVIEW; 数字信号平均

**中图分类号:** G434 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-4956(2008)06-0030-04

## Technical exploration on remote experiment under Internet environment

WU Xian-qiu, LIU Zhao-hui, YE Sui-hong, ZHANG Cheng, SUN Pan-dian, CHEN Jun-fang

(School of Physics and Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** A remote experiment teaching system is developed based on double client/server structure and TCP/IP technique. A digital signal-average experiment unit is home-built. By LabVIEW programming, distant students on the Internet are allowed to operate the laboratory equipment, obtain signal waveform and experiment data, and observe the real-time video capture of the laboratory equipment through a video camera, so the real experiment is conducted and accomplished remotely. The remote experiment is not restricted by the time and space, which is helpful for jointly constructing and sharing the experimental resources.

**Key words:** remote experiment; LabVIEW; digital signal average

### 1 远程实验及其现状

在当今日新月异的信息时代, 学习的社会化和终身化成为人们的迫切需要, 远程教育成为教育改革的发展热点。远程实验<sup>[1-2]</sup>是一种网络实验教学新模式, 通过互联网络远程操作实验室现场的仪器, 在异地完成真实的实验过程。学生在校内或校外一台连接了互联网 Internet 的计算机上, 实时控制异地实验室的真实仪器并调节实验参数, 实验现象或实验结果实时并动态地反馈给操作者。

远程实验不受时空限制, 可以随时、随地, 根据实验者水平和需要去选做各种实验, 增加了教学的灵活性, 具有广泛的应用前景。远程实验全天候

无人值守地开放使用, 实现了实验仪器的资源共享, 提高了使用效率, 减轻了高校扩招带来的资源紧张。近年来, 高等教育的规模不断扩大, 教育教学改革不断深入, 优质教学资源的建设和共享是保证教学质量的重要环节。优质资源的共建共享和应用也是教育信息化的核心, 是教育部《2003~2007 年教育振兴行动计划》中的重点工程之一。

随着网络教育技术和虚拟仪器技术的发展, 基于远程实验技术的实验教学资源共享和共建受到人们的重视。美国 Carnegie Mellon 大学最早提出这种具有独创性的远程实验思想<sup>[3]</sup>。比较成功的是新加坡国立大学于 1999 年建成的示波器实验室<sup>[4]</sup>, 其中的 Coupled Tank 实验, 不到 2 年时间超过 5000 人在网上完成了这个远程实验。国内西安交通大学康荣学博士设计了能够远程操作的小型多功能机电综合试验台<sup>[5]</sup>, 复旦大学、南京大学等很多高校也有远程实验的文献报道<sup>[6-8]</sup>。

华南师范大学物理学科基础课实验教学示范中心多年来从事远程实验技术的和实践探讨, 建

收稿日期: 2008-01-08 修改日期: 2008-03-24

作者简介: 吴先球 (1968—), 男, 广东省平远县人, 博士, 教授, 华南师范大学物理与电信工程学院物理系主任, 国家级物理学科基础实验课实验教学示范中心副主任, 主要从事信息技术在实验教学中的应用等研究

基金项目: 广东省自然科学基金 (5005952)。

立了远程实验教学系统, 开发出数字信号平均实验等多个远程实验。

## 2 数字信号平均远程实验装置的研制

### 2.1 实验硬件开发

我们就地取材, 设计和制作了一套简便、直观的数字信号平均实验装置, 整个装置由带噪声发生器和加法器的数字信号发生器、基于多媒体 PC 机的信号采集和处理系统组成。用一条 RS-232 通讯线连接计算机和信号发生器, 用数字电位器控制

噪声和信号幅度。

数字式信号发生器<sup>[9]</sup>以单片机 AT89C51 为控制核心, 固化于存储器的波形数据以地址查表的形式送入数模变换器; 通过预置分频和改变波形周期数相结合方式调节频率; 串行通信接口的使用使波形、频率、幅度以及噪声幅度等参数能完全由微型机控制。其结构如图 1 所示。该信号发生器制作成本低, 带 RS-232 接口, 适合于教学实验室并配合虚拟仪器或远程实验使用。

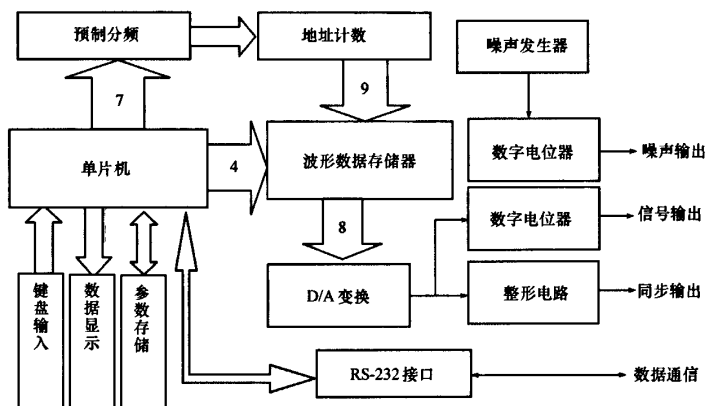


图 1 数字信号平均实验装置的结构框图

### 2.2 远程实验教学系统结构

远程数字信号平均实验系统<sup>[10]</sup>的结构如图 2 所示, 采用基于双宿主模式。客户机、服务器和

实验机之间构成两对客户—服务器结构。摄像机捕获实验室现场仪器运行情况并通过网络视频服务器将实验结果及时反馈给远程的操作者。

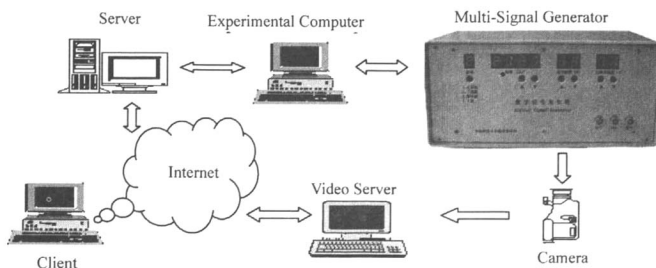


图 2 数字信号平均远程实验系统

Linux 服务器采用一台 IBM 部门级服务器, 带 2 块网卡, 第一块网卡通过 100M 光纤连接校园网。第二块网卡连接内部局域网, 地址为 192.168.0.1。内部网络的客户机分配 192.168.0.x 的 IP 地址。实验机是一台普通的奔腾四多媒体电脑, 自带声卡、串行口、并行口, 装有网卡。利用电脑声卡的 2 个输入通道采集实验数据, 用串行口控制自制的

信号发生器。摄像枪的水平清晰度 480 线, 有效像素 752 × 582, 最低照度 0.1Lux, 能够在微光背景下提供较清晰的图像。

### 2.3 软件编写

考虑系统的安全性和可扩展性, 软件结构采用了双宿主模式, 如图 3 所示。服务器平台采用了 LINUX + APACHE + PHP 的免费组合, 系统稳定

高效。服务器实现了两个功能：一是用 PHP + MYSQL 编程实现用户身份注册、认证，控制某一段时间一个用户操作一个远程控制实验和不同用户同时操作不同实验以及限制相应的实验时间等功能。二是实现连接客户机和实验机之间的双工通讯。通

讯程序担任服务器和客户双重角色：对于客户机，它是服务端，而对于实验机，它是客户端。在程序中需要建立两个套接口 SOCKET1 和 SOCKET2，然后分别调用 TCP 客户—服务器套接口函数实现客户机与实验机的通讯。

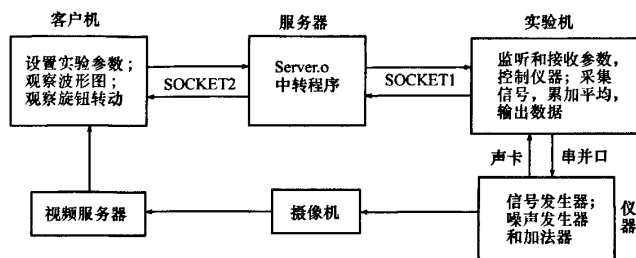


图3 软件结构图

利用图形化的编程环境 LabVIEW6.1 及 VISA 标准，编程实现了 PC 与自制信号发生器的串行通信。通过操作完全仿真的虚拟面板，PC 发出各种指令，控制信号发生器产生不同频率和信噪比的波形，并实时获取和显示其运行参数，从而完成信号发生器单机操作的所有功能<sup>[11]</sup>。实验机用 LabVIEW 编程，实现监听、接收实验参数并控制仪器。利用 LabVIEW 内置的 TCP 节点，编写客户端和服务端通信程序，实现基于 client/server 模式的自制信号发生器远程控制<sup>[12]</sup>。

### 3 远程实验教学

远程实验教学模式如图 4 所示。当学生访问远程实验教学系统网站时，首先浏览网页上的实验目的、意义、原理、内容、装置的连线、使用说明等，然后再下载插件，进行实验。在实验过程中，如果有疑问，也可以返回网页上再次浏览，这有利于学生自主学习能力和探究能力的培养。学生还可以通过点击实时图像，观看实验现场的视频图像。

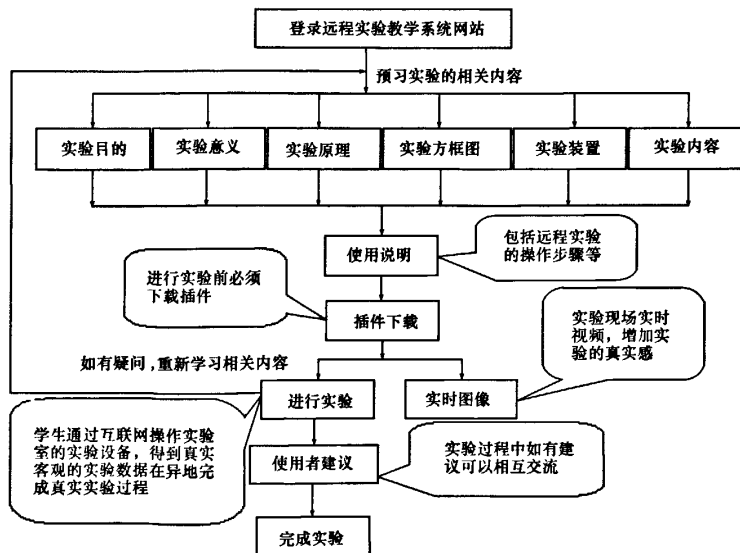


图4 远程实验教学模式图

当打开主页中“进行实验”一栏的链接, 启动远程控制实验系统的客户机程序。实验界面中的仿真面板提供给用户设置实验参数: 操作信号发生器、幅度和频率; 调节噪声和混合信号大小; 选择累加次数。改变实验参数, 得到不同类型周期信号、不同初始信噪比、不同累加次数波形进行比较、分析。

打开远程教学系统中“实验图像”一栏的链接, 用户浏览网页, 可观察到经摄像机捕获的远程实验室数字信号发生器的实时参数, 正如在实验室现场操作实验观察到的一样。

#### 4 结束语

除了以上介绍的数字信号平均实验外, 我们还开发了核磁共振实验、RLC 串联电路的暂态过程实验、静电探针法诊断有极放电等离子体实验、示波器的使用等远程实验项目, 并在物理实验教学中开展应用。

这套基于双客户机/服务器模式和采用 TCP/IP 的远程实验教学系统, 实现了通过互联网实时操作远程实验室的实验仪器, 获取实验数据, 在异地完成实验过程。身处异地的学生操作了真实的仪器, 得到了真实信号波形和实验结果, 观察到的实验室现场实时图像, 增强了实验操作的真实性。通过实验, 也将学生引入日益广泛应用的远程控制领域, 并感受现代信息技术与传统实验的整合和提升。

通过向卷调查和效果分析表明: 大多数学生认为远程实验作为一种崭新的实验方法和技术, 满足了对传统实验、网上仿真或虚拟实验进行更新、补充及提高的迫切要求, 给实验教学模式注入了生机和活力, 为提高教学质量创造了良好的条件。远程

实验容易被学生接受, 培养了学生的实验兴趣, 激发了学生的求知欲。在时间安排、资源共享等方面有其它实验模式无法相比的优势, 有利于改善教学资源缺乏的现状, 有助于实验教学资源的真正共建和共享。

#### 参考文献 (References):

- [1] C. C. Ko, et al. Development of a Web-based laboratory for control experiments on a coupled tank apparatus [J]. IEEE Transactions on Education, 2001, 44 (1): 76-86.
- [2] B. Aktan, et al. Distance Learning Applied to Control Engineering Laboratories [J]. IEEE Transactions on Education, 1996, 39 (1): 320-326.
- [3] Morgan C, Pardoe D, Smith N, Toward a Standard for Remote MicroScope Control Systems [J]. Scanning, 1998 (20): 10-116.
- [4] NUS Internet Remote Experimentation [EB/OL]. <http://vlab.ee.nus.edu.sg/vlab/>. [Online].
- [5] 康荣学, 贾海波, 张优云. 基于 Internet 的远程实验研究 [J]. 计算机工程与应用, 2002 (16): 168-170.
- [6] 丛秋实. 基于 Web 的通用远程显微实验教学系统 [J]. 计算机应用, 2002 (11): 86-87.
- [7] 刘铸, 朱晓松, 倪卫明, 等. 远程控制在外红外偏光光谱实验上的应用 [J]. 红外与毫米波学报, 2002 (3): 129-132.
- [8] 王炜, 邹海山, 陈阵, 等. 微处理器应用实验远程实验系统 [J]. 遥测遥控, 2000 (4): 56-58.
- [9] 叶穗红, 吴先球 吕红英, 等. 带通信接口的数字信号发生器 [C] // 实验教学改革与探索 (五). 广州: 中山大学出版社, 2004.
- [10] 吴先球, 蒋珍美, 林美环, 等. 数字信号平均实验远程教学系统的研制 [J]. 物理, 2003 (3): 205-208.
- [11] 吕红英, 吴先球, 叶穗红, 等. 用 LabVIEW 实现 PC 与自制信号发生器的串行通信 [J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2004 (3): 59-62.
- [12] 吕红英, 吴先球, 陈俊芬, 等. 用 LabVIEW 实现自制信号发生器的远程控制 [J]. 测控技术, 2004, 13 (10) 34-36.

(上接第 24 页)

过组织进行各级各类学科竞赛活动, 因地制宜地推进了教学方法的改革和实验室建设与开放工作, 可促进学风的好转, 促进大学生的团队协作精神和创新能力的培养, 推动创新型校园环境的建设, 从而为创新型人才的脱颖而出打下了扎实的基础, 在生源、师资、资金、科研等办学资源相对较弱的独立学院, 这是一条创新人才培养的现实可行之路。

#### 参考文献 (References):

- [1] 教育部. 关于规范并加强普通高校以新的机制和模式试办独立学院管理的若干意见 [Z]. 2003.

- [2] 王忠华. 关于独立学院开展大学生就业指导工作的思考 [J]. 中国高教研究, 2006 (10): 55-57.
- [3] 王元军. 参与课题研究培养学生科学素养 [J]. 实验室研究与探索, 2005, 24 (2): 75-76, 88.
- [4] 刘志军. 实验改革和实施开放模式的创新实践 [J]. 实验技术与管理, 2006, 23 (1): 17-19.
- [5] 王忠, 王金爱. 发挥实验室作用, 培养创新型人才 [J]. 实验技术与管理, 2006, 23 (5): 125-127.
- [6] 周仲荣, 张文桂, 朱旻昊, 等. 重点实验室参与本科教学实践的启示 [J]. 高等工程教育研究, 2003, (5): 22-24.
- [7] 周信才, 邹丽阳. 基于独立学院学生特点的教学质量提高途径 [J]. 江苏技术师范学院学报, 2006, 12 (2): 11-14.