

基于 Web 的虚拟实验系统研究与实现

谌志群, 曾文华, 丁颖

(杭州电子工业学院计算机分院, 浙江 杭州 310037)

摘要: 依托互联网的现代远程教育正迅猛发展, 基于 Web 的虚拟实验系统是现代远程教育的重要组成部分。给出了网上虚拟实验系统的体系结构, 讨论了网上虚拟实验系统的一些主要特点, 总结了实现网上虚拟实验系统的一些基本技术。最后介绍了一个部分实现的网上虚拟实验系统——TDN- CM+《计算机组成原理》虚拟实验系统。

关键词: 虚拟实验; 远程教育; 建模

中图分类号: TP393. 09

文献标识码: A

文章编号: 1001- 9146(2002) 06- 0053- 04

0 引言

现代远程教育以计算机网络(尤其是 Internet)为依托, 具有时空自由、资源共享、系统开放、便于协作等优点。近年来, 我国的远程教育发展迅速, 教育部已经批准一批重点高校开办网络远程教育, 网上学校也如雨后春笋般涌现, 原有的成人教育也在逐渐往互联网上迁移。大力发展现代远程教育, 对于促进我国教育的普及和建立终生学习体系, 实现教育的跨跃式发展, 具有重大的现实意义。

远程教育的特点是师生分离, 所以各个教学环节的实施与面授形式有很大的不同, 尤其是实验教学。实验是多数工程类课程和应用类课程的重要一环, 缺少了实验动手的机会, 课程的教学效果将大打折扣。但在远程教育中, 实验教学的组织却存在很大的困难。首先它不可能象普通院校那样建设门类齐全的实验室, 也难以配备较多的实验人员; 其次, 根据远程教育突破时空局限、强调自主学习、降低办学成本等特点, 也不可能建立大而全的实验室系统。那么, 如何解决远程教育中实验教学所面临的困难呢? 基于 Web 的虚拟实验系统将是解决这一问题的理想手段。

1 网上虚拟实验系统及其特点

所谓“虚拟实验”, 根据联合国教科文组织(UNESCO)的定义是指利用分散的信息和通信技术在科研和其他创造性活动中进行远距离合作和实验的一种电子协作过程^[1]。本文涉及的“虚拟实验”是指利用计算机技术与互联网技术, 以 Web 为实现平台, 把一系列软件和硬件有机结合起来, 从而实现对真实实验操作和实验结果的计算机模拟。这种虚拟实验建立在真实实验的基础之上, 对实验所使用的元器件、

收稿日期: 2002- 09- 25

作者简介: 谌志群(1973-), 男, 江西南昌人, 讲师, 互联网技术。

仪器设备进行计算机模拟,实验者通过鼠标点击与拖曳和键盘操作,可以像对真实元器件一样对虚拟实验设备进行操作,从而完成整个虚拟实验过程。

构建在 Web 之上的虚拟实验系统是一种典型的 B/S(浏览器/服务器)计算模式,其体系结构如图 1 所示。

在这个体系结构中,远程客户通过浏览器访问 Web 服务器上的页面,而在 Web 页面中嵌有虚拟实验软构件。服务器端通过虚拟实验软构件对实验环境及各种实验进行仿真,并接收来自客户端的实验操作请求。根据客户端的操作,虚拟实验软构件调整虚拟元器件的状态,模拟产生实验现象,输出对应的实验数据。

学习者在客户端进行实验操作,实验过程中的数据和实验结果数据可以放置于服务器端也可以放置在客户端。服务器端主要存放公共实验数据,实验指导与说明等内容可以以静态页面的形式存放在 Web 服务器上,具体实验的判断逻辑体现在虚拟实验软构件中。

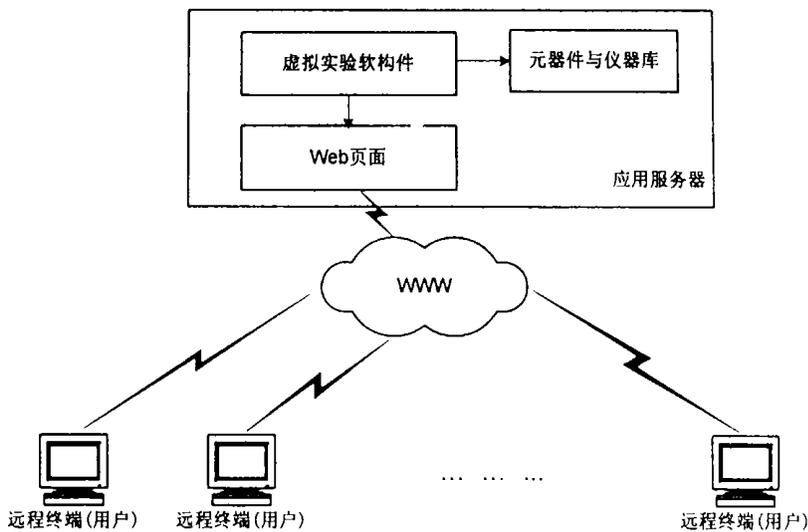


图 1 虚拟实验系统体系结构

虚拟实验系统与传统实验室相比,具有以下一些特点:

(1) 成本低。虚拟实验系统中的元器件和仪器仪表都是用软件实现的,因此,作为实验室最基本的消耗材料和工具——元器件与仪器仪表将具有无限可复制性和不用担心人为损坏两大特点,从而大大节约了实验经费;

(2) 功能全。虚拟实验室的“元器件”、“仪器仪表”,可做到规格品种齐全,易于升级换代和增加新品种,从根本上解决因元器件和仪器仪表不全而影响实验的问题;

(3) 效率高。一般来说,虚拟实验系统都具有良好的在线帮助功能,可以根据使用者当前的实验进程和面临的问题进行有针对性的指导,从而帮助使用者提高学习和研究效率。实践证明,通过虚拟实验系统做实验,实验效率可以大大提高;

(4) 不受时间地点的限制。用户可以在任何时间(只要服务器正在运行),任何地点(只要有一台能上网的计算机)进行实验。

2 网上虚拟实验系统的实现技术

2.1 实体建模技术

在一个实际的实验室中,要完成一个实验要涉及到控制面板(或实验台)、仪器仪表、元器件等。因

此要实现虚拟实验首先必须用软件对这些对象进行仿真或建模^[2]。

实验操作的基本单元是元器件,这些元器件可以看作一个个的虚拟实体,每一个虚拟实体都是一个功能比较独立,能够和环境进行行为关系的单元。在虚拟实验中需要构造出实验的元器件模型,即用数学模型来代替物理上存在的具体物理器件,这种数学模型应该能够正确的反映器件的物理化学特性,并且应该便于在计算机上作数值计算。元器件的建模工作是进一步工作的基础,直接影响整个实验过程的精度和计算速度。

虚拟实验没有实验台和常规的仪器控制面板,因此要借助计算机的图形环境,在计算机屏幕上建立图形化的软面板来替代实验台和常规的仪器控制面板。软面板上具有与实际实验台和实际仪器相似的旋钮、开关、指示灯及其它控制部件。用户通过鼠标或键盘操作软面板和虚拟元器件,就可以象在传统实验室里一样完成实验操作。

2.2 人-机界面技术

人-机界面,又称用户界面,是人与计算机之间传递、交换信息的媒介^[3]。通过人-机界面,用户向计算机系统发送命令、数据等输入信息。同样,计算机通过人-机界面把计算得到的输出信息回送给用户。人-机界面主要包括显示风格 and 用户操作方式两方面的内容。

构建一个逼近物理原型的、界面友好的人-机界面,是实现虚拟实验系统的一个重要方面。逼近物理原型是指虚拟实验系统的图形化界面应该做到与实际的实验室环境一样或基本一样。这里的界面友好指人在与计算机进行交流(做实验)时,就象在实际实验室中操作具体的仪器设备一样。另外,一个界面友好的人-机界面还应提供强大的在线帮助。虚拟实验人-机界面的进一步发展是引进虚拟现实技术和自然人工场景技术,使参加实验者有真正的“身临其境”的感受。

2.3 可视化映射技术

所谓的“可视化映射”是指在系统的人-机界面与系统的计算模块之间建立的联系,它是实现人-机交互的关键步骤。可视化映射是一个双向系统,即一方面将图形甚至动画在屏幕的表现形式映射成系统仿真所需的数据。另一方面,将系统仿真计算所产生的数字信息转变为直观的,以图像或图形表示的随时间和空间变化的物理现象或物理量,并呈现在实验者的面前。

3 TDN-CM+《计算机组成原理》虚拟实验系统的实现

TDN-CM+《计算机组成原理》教学实验系统是西安唐都科技仪器公司研制的新型实验装置,它通过多种“原理计算机”的设计和实现全面地支持《计算机组成原理》课程的实验教学,能够满足不同层次和不同教学环节的要求^{[4][5]}。TDN-CM+采用内、外总线结构,并按开放式结构要求设计了个关联的单元实验电路,除进一步规范了可组成的原理计算机结构外,也为实验教学提供了充足的硬件可设计空间和软件可设计空间。在实验电路构造方面,系统提供多种手段,可按部件层次组合方式依次构造不同结构和复杂程度的部件实验电路及模拟计算机。在操作界面上,它提供了本机使用、OE联机使用、PC联机使用等多种操作方式,且彼此间可随意切换,具有极佳的示教效果。我校计算机硬件实验室购置了几十套TDN-CM+实验系统作为《计算机组成原理》课程实验教学的实验平台。

TDN-CM+系统能实现运算器组成实验、存储器实验、微控制器实验、总线控制实验等12个实验项目。为了配合《计算机组成原理》课程的实验教学,探索利用校园网和Internet进行网上虚拟实验的可行性与实际效果,准备开发一个仿真TDN-CM+系统的网上虚拟实验系统,目前已经实现了运算器组成实验中的3个子实验:算术逻辑运算实验、进位控制实验、移位运算实验。

系统实现要解决的主要问题有:

- (1) 实验电路板与元器件的建模;
- (2) 接线操作与按钮操作的模拟;
- (3) 电路的正确性判断与实验记录的输出。

系统的实现语言是 JAVA, 开发平台是微软公司的 Visual J+ + 6.0, 虚拟实验软构件主要用 JAVA 小程序 (Applet) 来实现, 界面设计用到了 JAVA 的表层贴图技术(二维)。

系统主界面左部是实验电路板, 右部是实验记录输出区。实验者在实验电路板上使用鼠标点击进行模拟的接线与按钮操作来搭建电路。根据实验者的操作同时会在界面右部输出实验记录。电路搭建完毕可以通过菜单命令来验证电路接线与按钮位置的正确性。这是通过调用自编的判断函数来完成的。另外, 系统还有保存实验记录值、保存接线记录值、搜索实验记录、在线帮助等其它辅助功能。

4 结束语

随着计算机技术、多媒体技术、网络技术的发展, 依托互联网的现代远程教育日益成为普及教育的有效手段。大力开展作为远程教育(特别是工科专业的远程教育)的重要组成部分——虚拟实验系统的研究、开发、普及工作无疑具有重大的现实意义。另外, 在高等学校学生规模迅速膨胀的今天, 充分利用高校计算机资源, 大力发展虚拟实验室, 在实验教学改革中也显得尤为重要。本文的工作正是在这方面做了些有益的尝试。

参考文献

- [1] 联合国教科文组织, 国际理论与应用物理研究所. 虚拟实验室专家会议文集[C]. 美国依阿华州立大学, 1999. 29-35.
- [2] 陈清金. 虚拟实验环境中的实体及其建模[J]. 计算机工程与应用, 2001, 37(11): 22-23.
- [3] 贾文峰. 人机界面设计研究. 洛阳大学学报, 1999, 14(4): 53-56.
- [4] 西安唐都科教仪器公司. TDN- CM+ 计算机组成原理教学实验系统实验指导书[R]. 2000. 5-26.
- [5] 西安唐都科教仪器公司. TDN- CM+ 计算机组成原理教学实验系统用户手册[R]. 2000. 14-37.

Research and Realize on Web Based Virtual Experiment Systems

CHEN Zhi-qun, ZENG Wen-hua, DING Ying

(School of Computer Science, Hangzhou Institute of Electronics Engineering,
Hangzhou Zhejiang 310037, China)

Abstract: Modern remote education based on Internet has been developing rapidly nowadays. Virtual experiment systems based on Web are an important part of modern remote education. This paper gives a architecture of Web based virtual experiment systems. The main characteristics and some implementation techniques of Web based virtual experiment systems are also presented. Finally, our TDN- CM+ virtual experiment system for 《Computer Architecture Principle》is introduced.

Key words: virtual experiment; remote education; modeling