

计算机组成原理虚拟实验室的研究及实现

The study and implement of computer organization principle's virtual laboratory

郑耿忠 (韩山师范学院数学与信息技术系 广东潮州 521041)

摘要: 基于 Web 的虚拟实验室是远程教育中重要的教学资源。针对计算机组成原理实验教学的实际情况,在对虚拟实验室功能架构分析的基础上,从面向对象的角度出发研究了基于 Web 的计算机组成原理虚拟实验室的设计和实现过程。

关键词: 计算机组成原理 虚拟实验室 JAVA 技术 信息协同处理

1 引言

《计算机组成原理》是计算机专业的一门核心专业必修课,该门课程的理论性、工程性、实践性都十分强。因此,在搞好课堂教学的同时,必须对实验教学环节给予足够的重视,把实验教学看作是提高学生动手能力和实施素质教育的一个途径。为此,在实验教学中,结合实际情况我们研究设计了《计算机组成原理虚拟实验室》(Virtual Laboratory of Computer Organization Principle, COPVL)。COPVL 的研究是对传统实验教学模式的一种改革,为打破传统模式的局限性,提高实验教学质量,促使实验教学由实物实验教学向虚拟实验教学、远程虚拟实验教学发展,提供了最佳解决方法。COPVL 将远程教育的概念引入到实验教学中,结合强大的网络功能,使得以虚拟现实技术为基础的网络虚拟实验室资源以及虚拟实验室仪器设备等资源的共享成为可能,它允许人们通过网络访问和使用自己没有的设备资源,使得处于不同地理位置的学习者可以同时对一个实验项目进行实验操作,从而实现用户信息的协同共享。

2 计算机组成原理虚拟实验室方案研究

2.1 功能架构

COPVL 构建了高等院校计算机组成原理的网络实时虚拟实验平台,提供了运算器、控制器、静态和动态存储芯片、译码电路芯片、以及其它可编程芯片和常用的门电路逻辑芯片,可进行计算机组成原理的设计与

虚拟实验。并且在相关汇编编译系统及监控程序的配合下,同虚拟实验电路一起,可实现更为高级的应用。COPVL 提供了高校实验室的相关管理功能,包括实验资源及信息的网上发布,实验演示,学生实验报告的编写、实验报告的提交汇总、教师对实验报告的批改和评分管理,以及教师在线实验答疑等主要功能;COPVL 还提供了网上理论知识测试功能,有助于提高学生或其他使用者的理论知识水平,使得学生及其他使用者在计算机组成原理的理论和实践这两个层面上都能够得到较好的提高。整个虚拟实验室通过网络设施建设和实验教育应用功能开发,构建一个集实验教学、演示、操作、指导、结果提交管理为一体的数字化实验教育环境,COPVL 用例图如图 1 所示。

2.2 关键技术分析

目前大多数的虚拟实验室只能在单机环境下运行,信息共享不便,软件的跨平台运行特性较差,无法实施远程实验教学,仅使得实验教学由实物教学变为虚拟实验教学。COPVL 将计算机支持的协同工作(Computer Supported Cooperative Work, CSCW)技术与虚拟实验室结合,采用组播的通信方式进行信息协同共享,使得多个实验者在虚拟实验室中能够共同协调与协作的完成一个实验项目,与传统的虚拟实验室相比具有更为灵活多样的表现形式和交互性。

组播通信采用 java.net 包中提供的 DatagramPacket 类与 DatagramSocket 类开发客户与服务端的应用程序,具体过程如下^[1]:

(1) 创建一个需发送的按规定编址的数据报 DatagramPacket;

```
Public DatagramPacket ( byte ibuf, int length, InetAddress laddr, int lport );
```

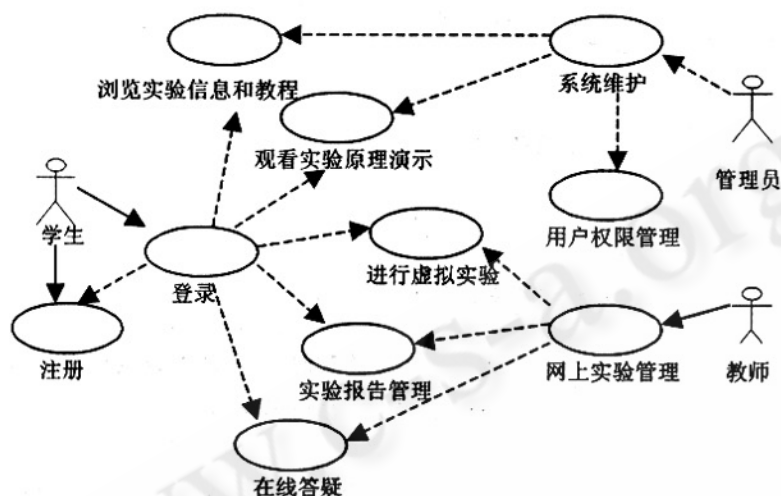


图 1 计算机组成原理虚拟实验室用例图

ibuf 是编码信息数据的字节数组,它的长度 length 是数据报放在其中的字节数组的长度,laddr 是一个 InetAddress 对象,存储接收方的主机名和 IP 地址,lport 标识数据报发送到接收主机的端口。

(2) 建立一个用于发送和接收的 MulticastSocket; 发送的 MulticastSocket 结构如下:

```
class MultiCastSender{
private static final byte TTL = 1;
private static final int DATAGRAM = 2345;
private int multicastPort; //定义端口号
private InetAddress multicastIP;
//设定多点传送 IP
private BufferedReader input;
//定义缓冲区内内容
private MulticastSocket multicastSocket; }
```

接收的 MulticastSocket 结构如下:

```
class MultiCastReceiver{
private static final int DATAGRAM_BYTES = 1024
private int multicastPort; //定义端口号
```

```
private InetAddress multicastIP;
//设定多点传送 IP
private MulticastSocket multicastSocket;
multicastSocket.joinGroup ( multicastIP ); }
```

(3) 将数据报放入 MulticastSocket 中传送出去;

```
multicastSocket.send ( multicastPacket, TTL)
```

(4) 等待从 MulticastSocket 接收数据报;

```
multicastSocket.receive ( multicastPacket );
```

```
formIP = multicastPacket.getAddress();
```

```
formPort = multicastPacket.getPort();
```

```
multicastMsg = new String (multicastPacket.getData());
```

(5) 解码数据报提取信息;

(6) 根据得到的信息作出响应;

(7) 重复(5)~(7)步;

(8) 离开该组播传送组,关闭 multicastSocket。

```
multicastSocket.leaveGroup ( multicastIP ); //离开多点传送组
```

```
multicastSocket.close(); //关闭 multicastSocket
```

2.3 具体实现

2.3.1 外部接口

在 COPVL 中为提高虚拟实验的实时交互性和多平台支持,采用 JAVA APPLET 作为虚拟实验室的客户端,利用 ASP 实现实验室的管理功能。虚拟实验室平台可运行于安装 Java 虚拟机的各种平台,管理系统则需要 IIS 的支持。虚拟实验室顶层图如图 2 所示。

2.3.2 内部接口

COPVL 基于硬件和软件虚拟的特殊性质,采用了多种结构以支持电路的实验设计和有效运行,从总体上主要划分为三大模块:虚拟时钟、电路芯片、电路板连线。由虚拟电路板对三大模块进行协调配合运行。虚拟时钟和电路芯片采用线程结构以提高运行的实时性,通过连线进行逻辑信号的实时传送,以实现与真实

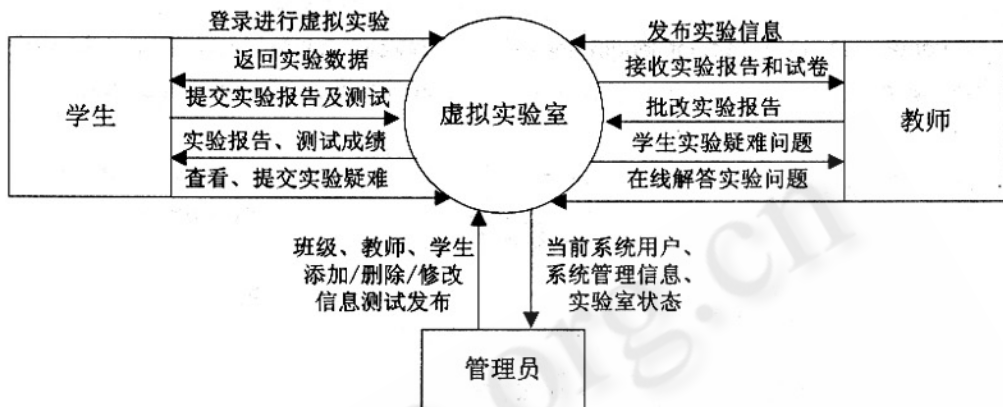


图 2 计算机组成原理虚拟实验室顶层图

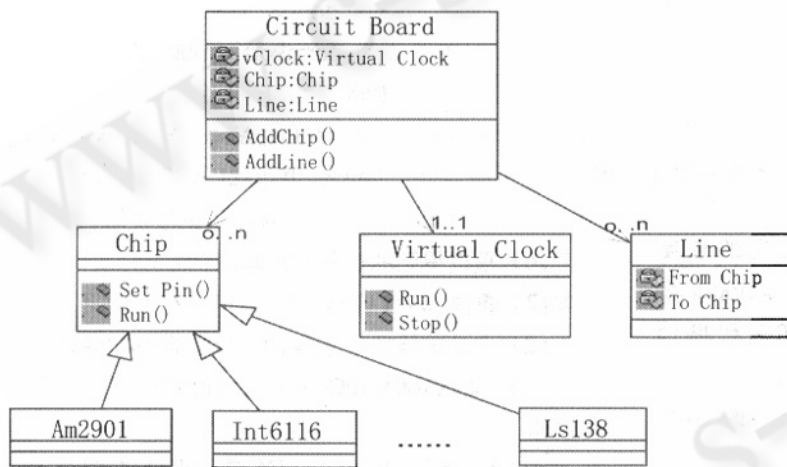


图 3 计算机组成原理虚拟实验室类图

电路相同的效果。主要类简要关系如图 3 所示,数据结构与程序的关系如表 1 所示。

3 计算机组成原理虚拟实验室的操作

COPVL 操作界面如图 4 所示,COPVL 提供了直观简洁的工作方式:主工作区的芯片栏提供了计算机组成原理相关的芯片及丰富的辅助芯片;左方的工具箱提供了常用的工具及操作功能,分别有信息指针、连接电线、删除芯片、清空实验区、载入芯片电路、保存芯片电路、共享协助窗口、指令编译器,以及下方提供的示例实验,即内存扩展实验、多位运算器实验、译码

电路实验;右下的共享窗口提供实验信息的共享协助;右上方的控制器控制电路运行情况,可连续运行电路、暂停电路运行及单步执行电路,并可设置电路速率。具体操作如下:

添加芯片:通过点击主工作区的芯片栏,向主工作区添加电路芯片,并用工具箱的指针工具移动确定具体位置,点击芯片可查看芯片对应引脚及名称。

添加连线:用工具箱的连线工具为各个芯片增加连线,通过工作区下方的提示信息,可精确确定各个芯片引脚的连线情况。

表 1 计算机组成原理虚拟实验室主要逻辑类

字段名称	数据类型	说明
VirtualLab	Class	虚拟实验室程序总入口
CircuitBoard	Class	电路板类,支持电路的设计与运行
VirtualClock	Class	虚拟时钟,调节虚拟实验运行效率
ChipBoard	Class	芯片板,支持保存各类芯片信息
Chip	Class	芯片,是所有芯片的父类,提供基本参数
Line	Class	逻辑电线,提供芯片之间的连接信息
Controller	Class	电路运行控制类,控制电路运行情况
AsmCompiler	Class	汇编编译类,支持正反向指令编译

在电路设计时可以随时对电路进行修改,使用工具箱的撤消、删除连线、删除芯片和删除电路的功能便可按自己的实验设计进行具体的电路连接。

电路连接完成后,启动电路并运行,单击控制器的运行按钮或单步运行按钮,可利用虚拟电平灯显示电路结果。

可通过电路运行查看电路状态信息,当鼠标点击芯片时,可查看当前芯片具体引脚相应的电平状态,并可查看芯片内部寄存器状态和内存单元数据。

现了虚拟实验室的并行性和协同性,用户通过鼠标的点击及拖曳操作,便可以方便地进行虚拟、仿真实验。COPVL 的研究和实施将极大缓解实验设备经费、实验教学人员不足,实验教学内容更新缓慢等问题。极大提高学生的学习兴趣 and 实验操作能力,从实践中培养学生的创新能力,并有助于校际之间、学校与科研院所之间、学校与企业之间及学校与社会之间实验资源的交流和共享。

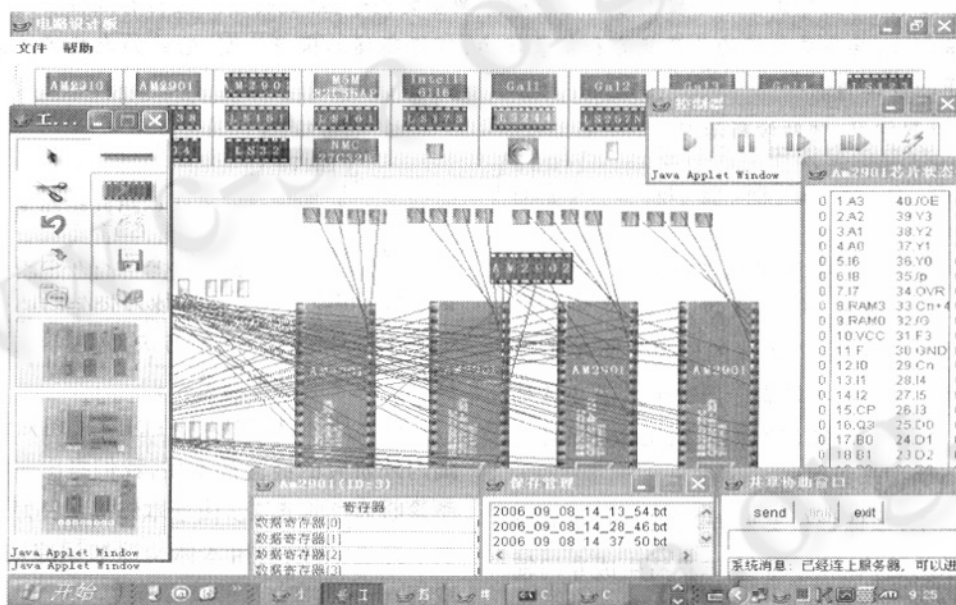


图 4 计算机组成原理虚拟实验室主界面

打开共享协助窗口,连接服务器,可进行信息交流。如有实验疑问可及时提出,教师可在服务器端对其问题进行解答。其它同学也可进行实验的讨论。

在已经连接服务器的情况下可进行电路的存储,点击工具箱的保存电路按钮,将当前电路保存在虚拟实验室的服务器端,保存成功将返回成功消息。

4 结束语

COPVL 通过运用现代先进的计算机技术来改善实验教学环境,通过建立与现代信息技术相融合的网络实验教学系统,及时更新教学内容,高效率传播先进的科学技术,普遍提高学生实验操作能力,从实践中培养学生的创新能力。在 COPVL,通过引入 CWCW 技术,实

参考文献

- 1 郑耿忠,基于 Web 的电路协同虚拟实验室研究及实现[J],计算机工程与设计,2006(21):4111.
- 2 郑耿忠,计算机组成原理实验教学改革的实践[J],韩山师范学院教学研究,2003.
- 3 彭晖,基于 Web 的同步协同虚拟实验室设计与实现[J],计算机工程与应用,2004(7):155-156.
- 4 张克非,虚拟微机接口技术实验室设计[J],计算机工程与设计,2005(1):22-23.
- 5 方恺晴、张洪杰,计算机组成原理实验课程教学新方法的探讨[J],计算机教育,2007(2):52-54.