

# 电子线路虚拟实验室的 Java 实现

韩定定, 王淑仙, 张亦楠, 周 珺

(华东师范大学信息科学技术学院电子系, 上海 200062)

**摘要:** 虚拟实验室的目的就是为学生提供与真实实验相同的虚拟试验环境。学生通过网络可以随时在实验平台上做各种实验。该文提出了基于 WWW 的电子线路虚拟实验室模型, 分析了该实验室的特点和它应该具备的主要功能, 以及实现虚拟实验室所涉及的几项关键技术。论述了利用 Java 和 VRML 实现基于网络的电子线路虚拟实验室的原理和技术。

**关键词:** Java; 虚拟实验室; 接口; VRML

## Implementation of Electronic Circuit Virtual Lab with Java

HAN Dingding, WANG Shuxian, ZHANG Yinan, ZHOU Jun

(Department of Electronics, School of Information Sciences and Technology, East China Normal University, Shanghai 200062)

**【Abstract】** The purpose of the virtual laboratory is to support an environment which is the same as the real one. Students can do all kinds of experiments on the virtual laboratory platform. This paper proposes the model of the electronic circuit virtual laboratory based on WWW, and analyzes the characteristics, the major functions of it, and some critical techniques, especially proposes implementation of electronic circuit virtual lab with Java and VRML.

**【Key words】** Java; Virtual lab; Interface; VRML

信息技术的发展对于整个教育体制及方式有着重大的影响。随着计算机和互联网技术的普及和发展, 知识的获取已经不仅局限于教室、图书馆和实验室。虚拟课堂、数字图书馆、虚拟实验室等各种基于网络的远程教育对于教育体制的转变及教育方式的变革具有深远的意义。实验是教育活动中的一个重要环节, 学生们可以通过实验进一步掌握课程。但是由于教育经费的限制, 实验室设备的老化, 学生的增加, 很多实验室已经满足不了实验的需求。于是虚拟实验室应运而生。下面介绍的基于网络的电子线路虚拟实验室就可以虚拟一个实验环境, 让学生们随时随地通过网络就可以将课堂上的理论知识应用于实践。

### 1 虚拟实验室的模型

#### 1.1 虚拟实验室总体结构

通过基于网络的虚拟实验室, 学生可以利用一个联网的计算机终端浏览, 学习演示实验的内容, 进行虚拟实验。基于 WWW 的虚拟实验室模型如图 1 所示。

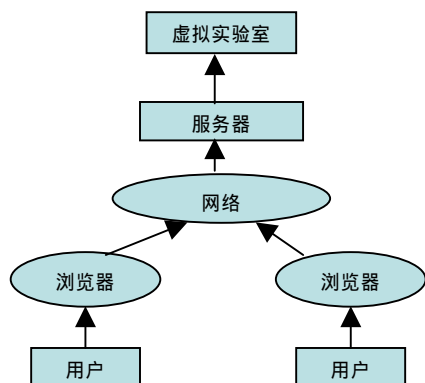


图 1 虚拟实验室模型

WWW 模式的虚拟实验室系统包括计算机网络, WWW 浏览器/服务器, 虚拟实验室等几大部分。它是基于 Java 的 3 层 B/S 体系结构。B/S 体系结构是利用超文本传输协议 HTTP 的消息传输机制, 客户端通过浏览器访问服务器发出的服务请求, 服务器进行响应处理后将响应结果返回给客户端。客户端就是网络浏览器, 不需要任何软件的安装和维护就可以正常运作。可直接通过 IP 地址访问虚拟实验室网站, 网络浏览会显示用户界面。

#### 1.2 开发本系统采用的技术

##### (1) 客户端与服务端的技术

客户端的开发技术是利用 Java 的 Applet 技术。Java Applet 具有普通 Java 程序所具有的平台无关性, 并且能嵌入到网络浏览器中随网页一起下载到客户端, 并在浏览器中运行, 是 Java 技术在互联网上的主要应用形式。Java Applet 不能独立运行, 必须由支持 Java 的浏览器解释执行。现在 IE 已经默认不安装 Java 虚拟机, 那么必须下载 JRE 并且安装才能正常浏览 Applet 文件。Applet 是通过 <APPLET> 标签嵌入到 HTML 网页中的, 当浏览器请求该网页并遇到 <APPLET> 标签时, 浏览器就会到服务器上获取与该 Applet 程序有关的所有类文件, 并在 Java 虚拟机的支持下, 解释执行来实现与用户的交互。引入 Applet 技术后, 信息与用户之间就由显示和浏览的关系转变成一种实时的、动态的交互作用, 大大提高了 Web 处理复杂事件的能力。

服务器端的开发技术是利用 Java Application 技术, 服务

**作者简介:** 韩定定(1968 - ), 女, 副教授、博士生, 主研方向: 通信与信息系统, 数据库设计, 多媒体应用研究及开发; 王淑仙, 讲师、博士生; 张亦楠、周 珺, 助教

**收稿日期:** 2006-02-16 **E-mail:** ddhan@ee.ecnu.edu.cn

器的功能主要是接收并处理客户端发来的请求信息以及学生的登录信息,并且能保存学生通过做实验所得出的实验数据。

#### (2)客户端与服务器端的通信技术

客户端与服务器端的通信是基于 TCP/IP 协议的 Java 的 Socket 通信技术。Java 对网络通信提供了强有力的支持,其中 Java 的 net 包中的 InetAddress、URL、Socket 等为 TCP/IP 协议提供了良好的支持。

#### (3)VRML 及与 Java 的交互

VRML 是一种与 Internet 结合,用来描述三维交互虚拟世界的程序语言,可应用于创建虚拟现实的对象、场景和展示模型等。VRML 的基本目标是建立因特网上的交互式三维多媒体,基本特征包括分布式、三维、交互性、多媒体集成、境界逼真性等。通过浏览器,Internet 用户可观赏到由 VRML 创建的三维虚拟现实,而不再只是二维的图形或图像。

早期的 VRML1.0 只定义了静态场景,用户可以浏览,但是无法与其交互。VRML2.0 增加了许多新的特性,其中最重要的一点就是支持对行为编程,简单的行为可以使用 VRML Script 和 JavaScript 来完成,但二者的功能十分有限,只能实现一些基本的数学功能和 http 文件调用。如果要完成一些较复杂的工作,就需要使用 Java 编程。

#### (4)系统的发行技术

本系统采用 JAR 文档的形式发布。由于本系统的 Applet 由多个 Java 类组成,每个类存储在单独的类文件中,为了运行 Applet,浏览器需要对这些类分别建立 HTTP 连接。从服务器上装入所需的各个类需要很大的时间开销,JAR 文档能将多个类文件合并成一个归档文件。这样,仅用一个 HTTP 连接就可以将该文件从服务器发送到 Web 浏览器。同时,由于 JAR 文件采用标准的 Lempel Ziv 压缩算法进行压缩,可减少下载 Applet 的时间;JAR 文件还具有可移植性、向后兼容性 & 安全性等优点。

## 2 系统设计方案及实现

### 2.1 系统设计方案

首先用户进入电子线路虚拟实验室的网站,了解该系统的相关功能和大致情况后,可根据提示登录,这时浏览器会与服务器链接,将返回登录消息,并传回当前实验名称。Applet 将根据实验名称显示出电路原理图。学生根据该原理图在 VRML 界面搭出电路后,点击确定。如果电路完全正确,Applet 中的电路原理图会开始工作。这时你可以利用鼠标控制各种仪器来测量电路的各种参数。参数会显示在特定位置。如果用示波器测量某个元器件点,客户端会显示该测量点的波形。学生可以将测得的数据记录下来,提交后以文件的形式保存在服务器端。

### 2.2 系统实现

#### (1)客户端的开发

由于开发客户端的编程语言是 Java,因此系统客户端的程序设计采用面向对象的设计方法。每一个电子元件都是一个 Java 的类。由于电子元件有相似的性质,采用面向对象的继承的方法。所有的电子元件都继承基本电子元件类,基本电子元件类中定义了所有电子元件所共有的属性和方法。父类是 circuitcomponent,其他的元件类全都继承于 circuitcomponent。它是一个抽象类,所谓的抽象类就是类内的方法全是伪方法,所谓伪方法就是只定义名称,具体的方法由继承它的子类编写。抽象类的意图就是为从它衍生出去的所有类都创建一个通用的接口。之所以要建立这个通用的

接口,唯一的原因是它能为不同的子类作出不同的表示。它建立了一种基本形式,使我们能够定义在所有衍生类里一些通用的东西。

电路实验所用到的所有元器件(包括导线)都可以从 CircuitComponent 继承,根据元件特有的性质重新定义函数即可。同理,所有的仪器也可以编写成一个个类。然后在类里定义具体的用于测量的函数。相似地,仪器也可以通过继承的方法来编写。

所有的元件和波形全部画在画布 canvas 上,canvas 是 Java 里的画布,可以通过重绘函数对画布刷新,实现波形的动态显示。代码如下:

```
class CircuitCanvas extends Canvas
{
    CircuitFrame all; //定义电路框架类对象
    CircuitCanvas(CircuitFrame circuitframe) //初始化
    {
        all = circuitframe;
    }
    public void paint(Graphics g) //绘图函数
    {
        all.updateCircuit(g);
    }
    public void update(Graphics g) //重绘函数
    {
        all.updateCircuit(g);
    }
}
```

其中 circuitframe 是电路的框架类,负责电路的分析、元件的连接,以及对各种监听器的定义和各种事件的处理函数。

下面介绍的是 circuit.class,它的作用是当客户端下载 Applet 小应用程序的时候初始化小应用程序。主要代码如下:

```
public class Circuit extends Applet implements
ComponentListener
{
    CircuitFrame ogf;
    boolean started;
    public Circuit() //构造函数
    {
        started = false;
    }
    public void init() //在初始化函数里添加组件监听器
    {
        addComponentListener(this);
    }
    void showFrame() //显示电路整体框架
    {
        if(ogf == null)
        {
            started = true;
            ogf = new CircuitFrame(this);
            ogf.init();
            repaint();
        }
        public void paint(Graphics g) //绘图函数和重绘函数,
//调用此函数来刷新屏幕
    {
        if(!started)
            s = "Applet is starting";
    }
}
```

```

else
if(ogf == null)
    s = "Applet is finished";
else
if(ogf.useFrame)
    ogf.show();
g.drawString(s, 10, 30);
}
...
public void componentShown(ComponentEvent componentevent)
{
    showFrame();
}
public void destroy()           //关闭窗口时销毁资源
{
    if(ogf != null)
        ogf.dispose();
    ogf = null;
    repaint();
}
}

```

### (2)服务器端的开发

服务器端的文件是 server.class。主要功能是与每个客户端建立相应的连接，并且为每个客户端分配进程，接收和处理客户端发来的信息，最后保存实验所得出的数据。

### (3)3DS MAX 与 VRML 建模

电子线路虚拟实验室的界面通过 3DS MAX 建模，然后通过 VRML 语言进行编辑，制成可交互的三维环境。

#### 1)利用 3DStudio MAX 建模

做虚拟实验室，首先要使试验所使用的各个器件尽量接近真实的器件，而不是用简单的点和线或者平面二维图形。因此，需要建立三维的模型，可以支持多个角度、距离的观察。3DS MAX 是当今最流行的三维制作软件，用 3DS MAX 建模是最直观的。同时 3DS MAX 也与 VRML 之间有很友好的接口，可以直接导出 VRML 模型以供编辑。因此，在制作静态器件模型时，3DS MAX 是很好的选择。

#### 2)利用 VRML 实现用户与模型之间的交互

VRML 语言是一种 ASCII 的描述性语言。我们可以使用最简单的记事本 Notepad 来编辑。然而，具有一般简单交互功能的物体，其代码也有上百行。因此，直接使用记事本来编辑，往往会对编写代码造成很大的麻烦。为了提高效率，使用了 VRMLPAD 这个软件。

通过 VRML 中传感器的设置，使 3DS MAX 做出的器件可以在平面内任意由使用者移动。通过这一点实现在实验中移动各个器件来拼搭电路。

VRML 通过碰撞检测传感器来判断电路是否连接。碰撞检测是十分重要的内容。在拼装完电路以后，需要判断是否有器件与导线连接。否则将无法正确判断电路是否已经正确搭建完成，或者虚拟环境中就会出现虚拟物体之间相互穿透、彼此重叠等不真实的现象。检测虚拟环境中虚拟物体是否发生了碰撞的过程称为碰撞检测。

#### (4)VRML 与 Java 的交互实现

VRML 是通过 Script 节点实现与 VRML 交互的，框图如图 2 所示。

##### 1)从电路元件(Script 节点)传递数据到 Java 程序

对 Java 程序而言，必须有一个入的事件来激发它执行，否则 Java 程序一般不会自动执行，这就需要从 Script 节点传递数据到 Java 程序中去，以激发它的执行。Script 节点通过 eventIn 将数据由 VRML 传递到 Java 中，Script 节点的 URL 域值可能是一个 URL 列表，即存在多个 Java 文件，但 VRML 浏览器是列表的优先顺序打开第 1 个可以被打开的文件，即真正被传递数据的只能是一个 Java 程序。但对于一个 Java 程序，可以有多个 eventIn 接口，也就是说可以从多方面接收不同的数据。如电子电路实验过程中元件的位置信息，当实验人员用鼠标移动所选择的元器件到规定的位置时，元器件就会发生变化(颜色或形状等)，以显示该元件被准确地放置在规定的位置。它需要定义一个接触传感器来响应用户的动作并激活脚本行为。

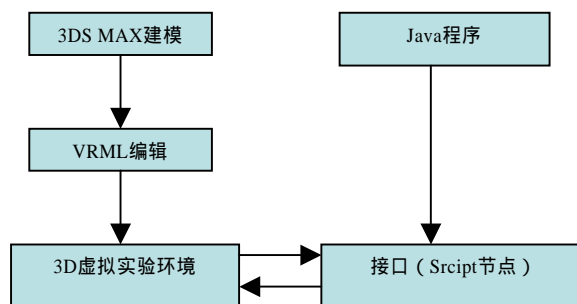


图 2 VRML 与 Java 的交互

##### 2)Java 程序对数据的处理

Java 可以 import vrml 的包。用来装载 VRML 中的一些类，其中包括 Script 公共类，其中包括一个 event-handle 类，它提供了许多命令使用户可以管理 VRML 节点与 Java 程序之间的相互连接。在这个类中，使用了两种方法:initialize() 和 processEvent()。initialize() 在 VRML Script 节点和包含 event-handle 类的 Java 源程序之间建立映射时被调用。processEvent() 则是所有传递事件的公共输入点，它可以决定事件的类型和值，在这个方法中，通常使用 getName()、getValue()、getTimeStamp() 来获取传递事件的一些重要信息。getName() 用来返回 Script 节点中的 eventIn 字段的名称，getValue() 则通常返回一个 VRML 字段的参考值，而 getTimeStamp() 则用于获取时间，该调用决定到达一个特殊 Script 节点的事件顺序。

##### 3)从 Java 程序传递数据到电路元件(Script 节点)

在对从 Script 节点的名字段读取的值进行处理后，可能需要将其结果写回到 Script 节点中，为了实现这个目的，必须在 Script 节点与 Java 程序之间建立一个映射，同时初始化指向 VRML 场景的程序变量，它由 initialize() 方法完成，在映射并初始化后，通过 setValue() 进行赋值，将该值传递给 VRML 中的某一字段。这样，Java 程序从 Script 节点中获取数据，在进行数据处理后，又将值写入 Script 节点中，从而完成整个程序运行。

## 3 结束语

电子线路虚拟实验室平台的搭建，不仅降低了实验教学的成本，而且将验证性实验与综合设计实验有机地结合在一起，使得学生不受时间和空间的限制，随心所欲地遨游在实验的海洋中，给学生提供更多的发挥想象力、创造力的空间，有利于学生综合设计能力和创新思维的培养。

(下转第 269 页)