

电子白板在实时教学系统中的应用

邓 飞, 杨宗凯, 魏东生

(华中科技大学 电子与信息工程系, 湖北 武汉 430074)

摘 要:随着计算机网络的发展,网上实时教学已经成为计算机辅助教育的研究热点,而网上实时教学的基础是建立网络教室系统,其中,传统的黑板被电子白板所替代,使其打破了传统的教学模式。基于硬件电子白板,结合 Media Encoder 的使用,介绍了在实时教学系统中的电子白板的具体应用。

关键词:网络教育;电子白板;实时教学系统;媒体编码器

中图分类号:G434

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)12-0199-03

Application of Electronic Whiteboard in Real-Time Teaching System

DENG Fei, YANG Zong-kai, WEI Dong-sheng

(Dept. of Electronic & Info. Eng., Huazhong Univ. of Sci. & Tech., Wuhan 430074, China)

Abstract: As the rapid development of computer network, distant real-time learning has become a hotspot of computer-aided education. The prerequisite of real-time teaching on the Internet is online classroom system. In the system, the conventional blackboard is replaced by the electronic whiteboard, which breaks traditional teaching pattern. Introduces the application of whiteboard in the real-time teaching system which based on the hardware whiteboard and the use of the media encoder.

Key words: E-learning; electronic whiteboard; real-time teaching system; media encoder

0 引言

随着宽带 Internet 的普及,网络技术、多媒体技术的迅速发展,人类已进入信息化社会,在非实时网络课堂应用日趋成熟的同时,广大师生对在线实时系统的需求不断增大,其中网络教育已成为正在大力发展的一个重要领域。网上实时教学已经成为计算机辅助教育(CBE)的研究热点,它打破了传统的教学模式,使教学活动可以跨地域进行^[1,2]。

网上实时教学的基础是建立网络教室系统,其中,传统的黑板被电子白板所替代,电子白板可以满足教师的需要,方便随意地书写、绘画,开展丰富多彩的教学活动。

目前,电子白板系统的实现大体可以分为两类:一类是基于 C/S(Client/Server, 客户/服务器模式)模式的;另一类基于 B/S(Browser/Server, 浏览器/服务器模式)模式的。两种模式各有特点,C/S 模式能很好地解决交互性的问题,提供强大的功能,协作的用户可以在异地同时操作白板,交流信息,并可给白板中的对象加锁,防止操作冲突等,但缺点是不仅服务器端需安装系统软件,客户端也需要安装专用软件,这就极大地限制了系统的应用范围;采用 B/S 模式则客户端不必安装专门的软件,仅仅要求

客户端支持 Internet 浏览器即可,十分方便,但由于浏览器本身对安全的一些限制,因此在 B/S 模式下,电子白板的交互性及功能均有所削弱^[3]。

由于在笔者开发的实时教学系统中,以在线文本交流的方式实现了学生与教师、学生与学生之间的互动,电子白板更多的是突出教师的板书,因此本系统电子白板采用的是 B/S 模式,这样使系统结构更清晰明了,系统效率也更高,学生端能够更方便地使用本系统。文中将介绍笔者开发的电子白板模块,它是实时教学系统的一个重要组成部分,并对其中的关键技术——如何通过 Windows Media Encoder 插入到视频资源进行研究。

1 实时教学系统中电子白板的设计方案

电子白板在实现时可采取两种方式:软件实现的白板是一种允许多个用户通过网络在某文档中进行工作,该文档会同时显示在所有用户的屏幕上,就如同这些用户在使用一块硬件的白板一样;硬件实现的白板是把普通白板与计算机技术相结合,具有存储功能和触摸屏功能。

电子白板无论从硬件方式还是软件方式上都最大限度地考虑了教学的需要和方便,电子白板使用方法简单,几乎与传统的黑板没有太大的差别。但由于电子白板以其生动、灵活的演示功能,使电子课件的表达力得到充分的展示,使教师的教学艺术与电子课件的制作技术达到完美的结合,从而提高了教学效率,进一步推动了课堂教

收稿日期:2006-04-06

作者简介:邓 飞(1979-),男,湖北武汉人,硕士研究生,主要研究方向为网络教育平台与媒体;杨宗凯,博士,主要研究方向为现代网络技术、网络教育标准。

学的数字化进程,进而促进整个教学方式现代化水平的提高。在实时网络教育中,教师和学生可利用电子白板进行课堂教学、专题讨论等教学活动,其提供基本的书写与绘画功能用于教师的课堂讲授^[4,5]。

1.1 电子白板设备

为了满足实时教学的需要,采用的是 Electronics For Imaging 公司的 eBeam System 3 USB,它是一款小巧而有趣的设备,被设计成放置在白板或者挂图的一角。eBeam System 3 USB 提供四支白板笔发射器和一个笔擦。一旦你在白板上按下白板笔,发射器就会开始工作。当你在白板上移动电子笔或者白板擦时,它们所发出的无线射频信号就会被放在角落的传感器接收到,传感器会把笔的位置信息转换为数字坐标传送给电脑,同时该设备可以根据发射器的不同识别出不同颜色的电子笔。

该产品提供二次开发包,利用这个 SDK,就能够处理来自传感器的各种数据,如是否按下,按下点的坐标,笔的颜色等等。对这些数据进行捕获并处理,就能够完成在教室端和学生端进行白板内容的显示。

1.2 电子白板直播系统的结构设计

本系统通过白板信号接收器记录电子笔的轨迹,经过转换成为白板命令,然后通过 Media Encoder 同步插入脚本到 wmv 文件中。经过网络传输,在远端学生机上提取该脚本,通过 ActiveX 白板控件绘图,从而完整地重现教师授课时的实时板书。本系统充分发挥板书这一传统工具的优势,给教师一个教学发挥的空间,也弥补了普通电教手段的不足。其工作原理图如图 1 所示。

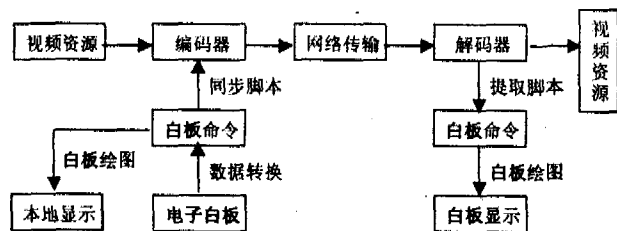


图 1 白板直播工作原理框图

在白板直播工作之前要对电子白板进行初始化设置,将白板进行校准。在使用电子笔书写阶段,首先将从感应器中收集到的白板数据进行数据解析,使之成为系统自定义格式的白板命令,同时在教师端根据白板命令进行本地绘图。然后将白板命令通过 Media Encoder 同步插入脚本到视频直播资源中。视频直播资源通过网络传输到达学生客户端,经过播放器解码,然后提取白板命令。最后在学生网页端,使用嵌入 ActiveX 控件的方式实现了白板绘图。该 ActiveX 白板控件使用 C++ 的 ATL(Active Template Library)编写,体积小、效率高,同时摆脱了使用 VB 语言编写引起的运行虚拟机不兼容的缺点。

1.3 白板命令数据插入视频资源

本方案实现起来比较简单,主要是将白板命令转换成相应的可以解析的脚本命令,但是在插入视频过程中有一些细节需要注意。

* 在编码器的配置文件(Profile)中,需要将脚本功能打开。

* 使用 SourceGroup.AddSource 方法为编码器增加脚本源对象。

* 使用编码器对象的 SendScript 方法发送脚本命令。

AddSource 和 SendScript 方法的具体使用方式,可以参考微软 Media Encoder 9 Series SDK^[6]中的详细说明。在播放器端,需要使用事件机制来处理自定义的脚本命令,当播放器检测到一个脚本命令后,会触发 ScriptCommand 事件,重写该事件的响应代码即可实现自定义控制。

1.4 白板绘图

白板绘图包括教师界面的本地白板绘图,也包括学生端网页部分的远程白板绘图。考虑到白板数据频繁获得并且前后两点的距离只差一个像素,所以在不影响图形质量的情况下,采用记数方式,每得到三个点才进行一次画线方法。由于要将白板命令插入到 Media Encoder 中,为了减轻编码器的负担,不频繁插入脚本,同时如果采用画过多的线为一组,则学生端会出现断续现象,因此采用每画五次线为一组才插入一次数据,通过实践证明,取得了良好的效果。在白板绘制中需特别处理的主要问题是:

* 需要维护一个指令队列,以方便重绘。

* 绘制时,需要保持与实际图形的大小比例。

* 网页端要封装成为标准的绘图控件,以对象的形式嵌入网页。

2 电子白板的具体实现

文中电子白板系统是基于 Microsoft .NET 平台,采用 B/S 结构,运用 C#^[7],GDI+,JavaScript,ActiveX 等技术,确保了系统的开放性,使之能快速地与已有系统整合,提供系统的无限扩充能力,适应功能的不断变化。

2.1 白板数据插入

首先定义白板数据结构,其中 WB_COLOR 是枚举类型,表示点的颜色, x 和 y 分别为白板点的坐标。

```
internal struct WBStruct
{
    public WB_COLOR color;
    public double x;
    public double y;
};
```

其次将白板坐标点数据对象转换为直线结构,使之能够进行图形的绘制。通过记录前一次坐标点的位置,将连续两点的坐标转换为 WBLineArg 对象,其中 Start.X 和 Start.Y 是起始点坐标,Finish.X 和 Finish.Y 是结束点坐标,DrawingColor 是颜色。

```
public WBLineArg(int x1, int y1, int x2, int y2, int color)
{
    Start.X = x1;
    Start.Y = y1;
    Finish.X = x2;
```

```
Finish.Y = y2;
DrawingColor = color;
```

接着将 WBLLineArg 对象 arg 转换为脚本命令格式,即字符串 StringBuilder 对象实例 CommandBuffer,其目的在于能够在 Media Encoder 中插入脚本。

```
CommandBuffer.AppendFormat("({{0}},{{1}})({{2}},{{3}})({{4}})", arg.Start.X, arg.Start.Y, arg.Finish.X, arg.Finish.Y, arg.DrawingColor);
```

然后定义插入编码器的脚本结构,包括白板命令、脚本序号、脚本标题和记录脚本时间。

```
public class Scripts
{
    public Scripts()
    {
        ticks = "0";
    }
    public string content; //白板命令
    public string Id; //序号
    public string Title; //标题
    public string ticks; //记录脚本时间
}
```

进行相关 Encoder 的设置后,向白板脚本 Scripts 对象 s 赋值,其中将白板命令 CommandBuffer 赋给 s.content,最后在 WMEncoder 对象 encoder 中插入白板命令脚本。

```
public bool InsertScript(Scripts s)
{
    bool result = true;
    try
    {
        encoder.SendScript(0, "TEXT", s.content);
    }
    catch (COMException e)
    {
        Console.WriteLine(e.Message);
        result = false;
    }
    return result;
}
```

2.2 白板图形绘制

微软在它新一代软件开发平台 .Net Framework 框架中,提供了一套相应的功能强大的 GDI+ 图形类库,为图形程序的开发提供了极大的便利,因此本系统采用 GDI+ 来进行白板图形绘制。同时在 ActiveX 控件开发中使用 GDI+ 跟在标准窗口应用程序中使用 GDI+ 大体上一致,只是为减少白板绘图控件对运行环境的依赖性,同时减小白板控件的体积,需要将白板绘图生成的 .DLL 文件打包为 .CAB 包文件并进行代码签名。

在白板绘图过程中,需要根据绘图控件大小,通过缩放矩阵对图元进行坐标变换。其中 panelCanvas 为白板显示区对象,wbWidth 和 wbHeight 为实际电子白板区域宽和高。

```
public void DrawLine(Point start, Point finish, int color)
```

```
{
    Graphics g = null;
    g = Graphics.FromImage(background);
    g.ScaleTransform(panelCanvas.Width / wbWidth, panelCanvas.Height / wbHeight, MatrixOrder.Append);
    Pen p = new Pen(ColorArray[color], 5);
    g.DrawLine(p, start, finish);
    g.Dispose();
    panelCanvas.Invalidate();
}
```

2.3 系统总体实现

实时教学系统是在传统的课堂授课活动基础上,引入了大量的最新科技手段,替代了传统的电教设备。其采用基于 B/S/C(浏览器/服务器/客户端)结构的系统,其教师端是独立应用程序,学生端则使用普通 Internet 浏览器,自动下载 ActiveX 控件,无需安装,降低了系统使用成本。

实时教学系统支持的素材广泛,包括常用的 Word 文稿、PowerPoint 演示文档、HTML 网页,以及各种图片、视频文件,充分满足教师教学的需求。同时整合了教师教学现场的视频、音频,给学生以身临其境的感受。系统也可以向远端学生机器直播教师端电脑的桌面操作情况,从而进行桌面直播,并且结合同步教学控制命令以及电子白板来重现教师授课时的实时板书,形成完善的教学资源流。为了增强互动性,本系统还提供了文本交流区,教师和学生之间、学生与学生之间可以进行文本方式的交流,在不占用宝贵的网络带宽的同时,充分体现课堂的氛围。在教学同时,教师所有语言、动作、对教学素材的引用命令、板书等信号,系统都可以记录下来,同步生成一个视频教学课件。该课件符合国家和国际教育资源标准(CELTS, SCORM),可在直接教育资源网络上发布。可以说实时教学系统为远程教育提供了一种高效可靠的运行方式。其学生端网页界面如图 2 所示。

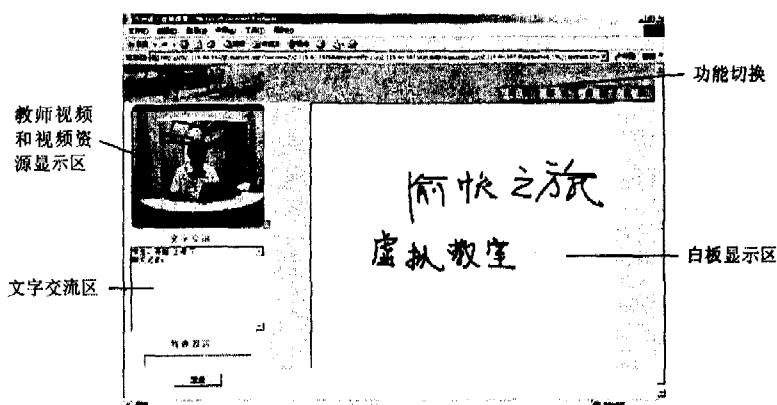


图 2 系统网页端界面

(下转第 204 页)

因此,可以表示:

$$(E_i^2)_{act}^t = \underset{i, m, s \in [t, t+a]}{\text{opt}} f_d(S_m^t(E_i^2)) \quad (2)$$

$i, m \in I; s, t, a \in R, a \geq 0$

定义11 记若 Q 为一个决策集,称 $Q|_A$ 为基于限制在 A 的决策。

按照上述定义,有如下的关系式:

$$(E_i^{k+1})_{act}^t = \underset{R(E_i^k, E_j^k) \neq 0}{U_{ij}} ((E_j^k)_{act}^t) |_{(A(E_i^{k+1}))} \quad (3)$$

$k = 1, 2; i, j \in I$

根据式(1), (2), (3)和以上定义及假设,得到面向突发事件的信息系统信息流概念模型,如图2所示。

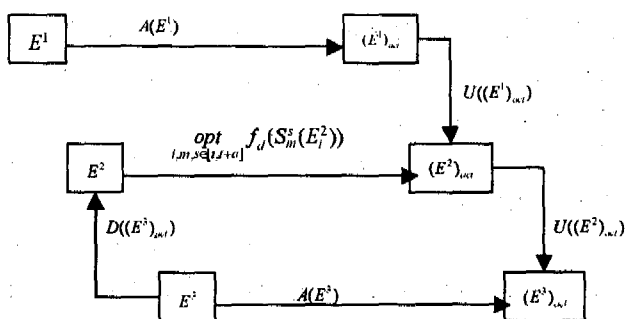


图2 面向突发事件的信息系统信息流概念模型

2.2 事件关系数学模型

定义12 定义 R 为突发事件集合, e^k 表示突发事件集中的第 k 种突发事件, $R = \{\cup E_i^k | k \in I\}$, 其中 I 为自然数集。

定义13 记 E_i^k 表示 e^k 突发事件发生时数据采集子系统采集到的数据集。当 e^k 发生时 E_i^k 为真,反之则为假。

定义14 定义集合 $A = E_i^k$, 集合 $B = E_j^l$, 其中 $k \neq j$ 且 $k, j \in I$ 。则 $A \cap B$ 为真表示两个突发事件同时发生, $A \cup B$ 为假表示两个突发事件均没有发生; $(A \cup B) \cap A$ 为真则表示 A 突发事件必然发生, $(A \cup B) \cap B$ 为真表示 B 突发事件必然发生; $A - B$ 为真则表示 A 突发事件发生且 B 突发事件没有发生, $B - A$ 为真表示 B 突发事件发生且 A 突发事件没有发生。

(上接第201页)

3 结束语

文中介绍了利用 Media Encoder 插入视频流实现基于电子白板的实时教学系统的一种方法。该实时教学系统功能全面、架构先进、对网络环境要求较低,充分考虑到了系统的通用性和可靠性。实时教学系统的建设,将极大地促进和配合院校的教学改革,在充分利用教学资源,提高教学效率和质量,培养学生自主学习和创造性方面发挥积极的作用。

参考文献:

[1] 申瑞民. 同异步结合的远程教育模型及实现[J]. 计算机应

定义15 事件关系. 任意两个突发事件 $e^1, e^2 \in R$, 若突发事件 e^1 发生时突发事件 e^2 终将发生, 则称事件 e^1 决定 e^2 . 若满足事件 e^2 发生时且在此之前必有 e^1 发生, 则称事件 e^2 依赖于 e^1 , 记为 $e^2 \geq e^1$.

定义16 可以将定义12至定义15推广到多个突发事件的讨论。

3 小结

从系统观点出发,应用系统工程方法,提出了面向突发事件研究的信息系统架构的通用模型以及系统信息传递与事件关系数学模型,深入分析了面向突发事件研究的信息系统中各个元素之间的相互关系以及它们的状态传递关系,为更深入的研究面向突发事件的信息系统提供了量化参考。信息传递模型为面向突发事件研究的信息系统的数据分析,决策支持系统与各类应用系统的建立奠定了一个量化的数学基础,适合此类信息系统的构建、分析与处理;事件关系数学模型分析了突发事件之间的关系,为突发事件之间的关系分析提供理论参考。

参考文献:

- [1] Toigo J W. 灾难恢复规划[M]. 北京:电子工业出版社, 2004.
- [2] 金磊. 城市灾害防御与综合危机管理[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [3] 余庄, 高威. 基于突发事件的智能建筑设备虚拟运行系统的设计[C]//第二届国际绿色与智能建筑会议论文集. 北京:建筑工业出版社, 2006.
- [4] 张培红, 陈宝智, 刘丽珍. 虚拟现实技术与火灾时人员应急疏散行为研究[J]. 中国安全科学学报, 2002, 12(1): 46-50.
- [5] 汪箭, 聂小林, 季辉, 等. 虚拟现实技术在火灾领域中的应用[J]. 计算机仿真, 2002, 19(2): 28-31.
- [6] 王凯全, 邵辉. 事故理论与分析技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2004.

用与软件, 2001(9): 24-27.

- [2] 方亮. 虚拟教室中电子白板系统的实现[J]. 计算机与现代化, 2000(1): 56-60.
- [3] 顾群. 基于IP的电子白板系统的设计[J]. 计算机应用, 2003, 29(2): 13-14.
- [4] 黄焯. 同步教学中电子白板的研究与设计[J]. 湖北师范学院学报: 自然科学版, 2004, 24(12): 23-25.
- [5] 舒畅. 基于IP的电子白板交互系统的设计与实现[D]. 南京:东南大学, 2002.
- [6] Microsoft Corporation. Windows Media Encoder 9 Series SDK [R]. US: Microsoft Corporation, 2000-2003.
- [7] Robinson S, Nagel C. C# 高级编程[M]. 第3版. 李敏波, 译. 北京:清华大学出版社, 2005.