

# 标准化实时远程教学系统的设计与实现

李德刚, 魏东生, 吴 砥, 程文青

(华中科技大学 电子与信息工程系, 湖北 武汉 430074)

**摘 要:**文中介绍了一种适用于网络远程教育环境的标准化实时远程教学系统,该系统实现了对多种媒体类型资源的直接引用和传输、对多种硬件设备的直接控制和对中国网络教育技术标准(China E-Learning Technology Standards, CELTS)及可共享内容对象参考模型(SCORM1.2)规范的支持。该系统基于.NET平台,采用C#语言完成开发,具有很强的适应性、稳定性和可扩展性。

**关键词:**网络教育;远程教学;教育标准;CELTS;SCORM

中图分类号:G434

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)09-0120-03

## Design and Implementation of Standard Real-Time E-Teaching System

LI De-gang, WEI Dong-sheng, WU Di, CHENG Wen-qing

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

**Abstract:** Introduces the standard real-time e-teaching system which can be applicable to e-learning environment. The system implements direct reference and transmission of multimedia resources as well as the direct control of manifold hardware equipment. What's more, the system conforms to the CELTS (China E-Learning Technology Standards) and SCORM1.2 strictly. In addition, it is developed by C# and based on .NET platform. As a result of that, it possesses three advantages: adaptability, stability and expansibility.

**Key word:** E-learning; E-teaching; education standardization; CELTS; SCORM

### 0 引言

随着互联网技术的不断发展,远程教学技术作为一种先进的教学手段,已成为网络教育领域研究的热点。远程教学有同步教学和异步教学两种方式,异步教学主要指学生通过访问预先制作完成的网络课件包进行教学。而同步方式则和传统的课堂授课方式相似,将教师授课现场的图像、语音、授课资源等实时同步传输到远端学生电脑或多个直播教室。随着流媒体技术和Web技术的不断完善、网络环境的不断改善,同步方式越来越受到广大教师和学生的欢迎<sup>[1]</sup>。

现有的实时系统,多使用传统的C/S(Client/Server)方式结构,需要客户端单独安装软件,且负载和扩展能力有限,对已有的教学资源支持不够完善,同时对国家或国际的网络教育标准的支持有限或不支持,因此往往通用性不足,造成了已有教学资源的重复制作<sup>[2]</sup>。

针对以上问题,笔者提出并实现了一种采用B/S(Browser/Server)结构,以Web页面结合多媒体技术的同

步教学方式为主要使用环境的远程教学系统,主要应用微软公司成熟的Windows Media 9流媒体技术平台和.NET开发平台,对现有资源直接引用,符合国家网络教育规范CELTS的学习对象原数据标准CELTS-3和内容包装标准CELTS-9,并符合国际可共享内容对象参考模型SCORM1.2学习对象元数据标准<sup>[3]</sup>。利于教学资源的开发、共享和合理利用以及系统间的互操作等。

Windows Media 9系列是可以适应于各种网络环境,用于生成、传输和播放数字内容的端对端的流媒体应用平台,其最简结构如图1所示。并以其方便性、稳定性、易用性和低成本等优点,被广泛应用于企业通信、远程教学和商业销售等行业,随着IPTV的逐渐兴起,其应用范围进一步扩大<sup>[4]</sup>。

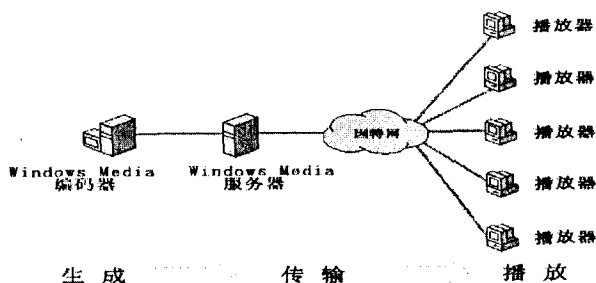


图1 Windows Media 平台结构图

学习对象原数据标准CELTS-3主要是为教育资源开发、利用、共享、可重用和互操作等目的而制定。主要包

收稿日期:2005-11-25

基金项目:武汉市发改委2004年高技术产业化专项与湖北华大网络教育技术有限责任公司合作项目

作者简介:李德刚(1979-),男,甘肃兰州人,硕士研究生,主要从事互联网技术和远程教学技术研究;程文青,副教授,博士,研究方向为网络通信技术。

括学习资源基础标准、应用标准和一些跟踪研究项目。内容包装标准 CELTS-9 主要定义了基于 Internet 的学习内容之间进行互操作所需的数据结构以及对学习内容的包装,使学习内容成为可以在多个应用系统与学习环境之间进行交换和重用的教学组件。国际可共享内容对象参考模型 SCORM 1.2 学习对象原数据标准是在已有的网络教育技术标准的基础上建立具有可访问性、协作性、持久性和可重用性的特定模型,提供了网络教育的实现和应用指南。其目的是为了解决课程如何从一个平台转移到另一个平台,如何创建可供不同课程共享的可重用构件,以及快速准确地查找课程素材。

## 1 系统的设计

### 1.1 系统的功能设计

标准化实时教学系统设计为四大特色功能,主要包括:网络课堂互动、教学素材播放、标准课件的录制以及课件的标准化描述与包装。

#### 1.1.1 网络课堂互动

1)实时授课:实时传送教师授课现场的图像和声音,同时,在视频采集设备的支持下,系统可以预先设定多个拍摄角度<sup>[5]</sup>。

2)教学板书:系统通过记录电子笔的动作,通过网络在远端学生机器上进行教师板书完整重现,进而弥补了普通电教手段的不足。

3)电子教鞭:教师在展示各种 Word 文档、图片、PPT、网页,以及电子白板的板书资源时,可以切换到屏幕标注状态,对需要重点讲解的部分进行电子标注,学生端自动重现直播标注过程。

4)文本交流:教师和学生之间、学生与学生之间可以以文本聊天的方式进行交流。实现课堂的提问与回答的即时性,提高了课堂的互动性。

#### 1.1.2 教学素材播放

教师可将预先制作好的 Word 文稿、PPT 演示课件、HTML 网页,及各种图片、音频、视频文件,通过系统在授课讲述的同时进行同步切换播放,充分利用现有的丰富资源。同时系统可以向远端学生机器直播教师端电脑的桌面操作情况。教师通过这一功能,可以向学生进行详细的演示性教学,特别适用于讲述电脑软件操作类的介绍。

#### 1.1.3 标准课件的同步录制

在直播过程中,系统对教师授课音视频、教学素材的引用命令和板书等信号,进行同步记录,重新组织生成视频教学课件所需要的各种素材。

#### 1.1.4 课件的标准化描述与包装

在直播结束后,根据国家网络教育规范(CELTS-3 LOM)和国际可共享内容对象参考模型(LMS SCORM 1.2)规范的要求,对生成的多媒体课件进行标准化封装,并

可直接在教育资源网络上发布或使用标准化可见编辑工具进行再加工。既满足学生课后点播的需要,又适于再次编辑进行网络推广。

### 1.2 系统的模块设计

系统基于 B/S(Browser/Server)架构搭建,相对于 C/S(Client/Server)结构减少了客户使用的复杂性。服务器端为教师工作站,是系统的核心部分,主要由资源收集与转换模块、实时同步编码传输模块、标准化课件生成模块组成;Web 部分使用 ASP.NET Web 应用程序实现同步再现模块。同时根据用户数目和硬件要求,系统具有简化工作模式和标准工作模式的功能,以充分适应多样的授课要求和网络环境。

系统支持对多种硬件设备的驱动和控制,如音视频采集设备、电子白板设备等。图 2 是系统标准工作模式的硬件配置图。当系统处于简化工作模式时,流媒体服务器和 HTTP Web 服务器都集中于教师工作站。

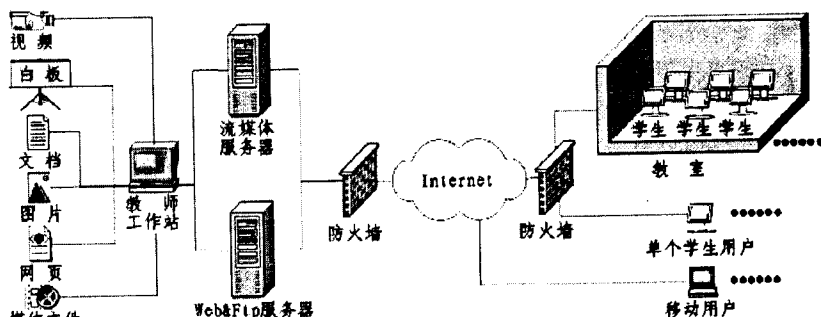


图 2 系统硬件配置图

实时系统的模块结构如图 3 所示。

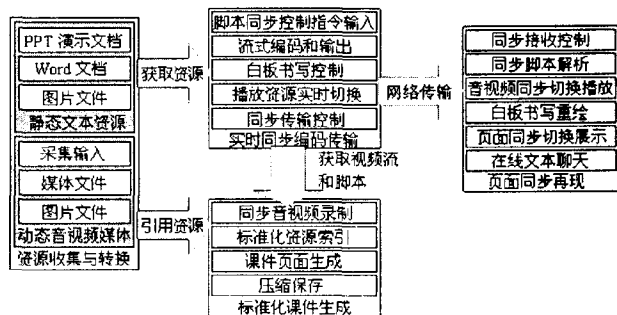


图 3 系统模块结构图

资源收集与转换模块负责将各种教学资源进行导入和整理,同时负责对硬件资源进行驱动和设置。转换后的资源在实时直播时,由实时同步编码传输模块进行调用,将音视频资源以媒体流的方式输出,将文本等静态资源以页面的形式随教师的引用进行切换,同时将同步脚本加入媒体流中。标准化课件生成模块负责对直播过程进行同步记录,记录完毕后进行整理和索引,生成标准化文件,再打包为标准多媒体课件。页面系统在收到直播开始信号后,进行媒体流的接收,并解析同步脚本进行同步操作,切换各种页面、白板和桌面流显示,同时支持在线的文本聊天系统。

系统在直播时的流程图如图 4 所示。

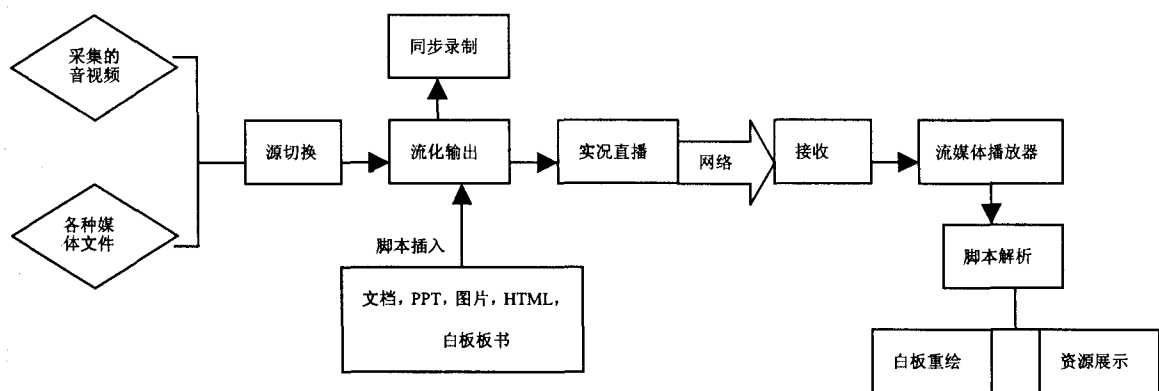


图 4 系统直播流程图

系统在简化工作模式下,由于教师工作站集媒体服务器和页面服务器于一身,可连接的用户数目比较有限,在网络条件尚可的情况下,一般的中档配置电脑可提供 50 人左右的连接授课服务。而在标准模式下,由于流媒体服务器支持组播、代理直播服务器、连接负载均衡等技术,负载能力可以根据需要扩展,只要网络条件允许,该连接的用户数目则没有明确限制。

可以在当前图片上进行绘画,此过程通过系统的桌面直播流对当前的电脑桌面进行直播,这样学生端看到的就是教师对一些重点内容进行的勾画和标注动作。

## 2 主要模块的实现

### 2.1 实时同步编码传输模块

在实时同步编码传输模块中将 Encoder 以 COM 组件形式导入,同时在编写的类前加入“using WMEncoderLib;”语句,就可以实现对 Windows Media Encoder 的编程<sup>[6]</sup>。通过向 COM 组件申请获取 WMEncoder 接口,可以实现编码器基本的启动和停止功能,然后通过该接口获取其他子功能接口,从而实现对编码器的完全控制。其基本代码如表 1 所示。

表 1 编码器核心代码

```
//实例化一个 encoder 对象
WMEncoder encoder = new WMEncoder();
//获取视频源集合
IWMEncSourceGroupCollection Collection = encoder.
SourceGroupCollection;
//向集合内添加视频源
Collection.Add();
//开始编码输出
encoder.Start();
//停止编码输出
encoder.Stop();
```

在编码器输出媒体流的同时,系统以此为基本时间线,相应地加入教师在直播时所作的各种操作脚本,以此实现了精确的同步控制。电子教鞭的实现是在此基础上通过对教师电脑系统当前屏幕的截图,并锁定屏幕,同时



图 5 系统界面

### 2.2 页面同步再现模块

页面系统使用嵌入 ActiveX 控件的方式实现了白板绘图,此控件使用 C++ ATL 编写,摆脱了使用 VB 语言编写引起的运行虚拟机不兼容的缺点。页面系统使用了 ASP.NET 技术,依靠其强大的 Cache 缓存实现了实时的页面聊天环境。对于同步再现教师操作的实现,主要使用了页面脚本检测技术,对接收到的所有资源的同步脚本进行分析,同步切换显示当前页面内容或桌面视频,完成与教师操作的同步。由于使用了 Windows Media 的快速缓冲技术,传输时延降至理想水平。

系统界面如图 5 所示。

### 2.3 标准化课件生成模块

在直播的工程中,系统一直对播放内容进行同步录制,包括了所有的操作脚本和各种教师导入的课程资源。在直播结束后,教师进行打包操作,系统根据一系列标准,对资源进行重新整理,并根据教学内容生成支持标准所需

(下转第 125 页)

IRP\_MJ\_READ IRP。应用程序通过 DeviceIoControl 例程实现对采集卡的特定操作,如通过设置 FPGA 内指定寄存器而启动一次数据采集。Read 例程将 DMA 公用缓冲区的数据拷贝到用户程序提供的用户态缓冲区中。

#### (6) Unload 例程。

当需要将驱动从系统中卸载时,IO 管理器调用其 Unload 例程。Unload 例程需要取消由 DriverEntry 例程所作的任何操作。

#### (7) 中断服务例程(ISR)和 DPC 例程<sup>[5]</sup>。

当设备产生中断时,系统调用驱动程序的 ISR。由于 PCI 中断可以被多个设备共享,中断服务程序首先判断该中断是否该驱动程序管理的设备产生,如果不是则立即返回,内核会接着调用其他中断服务程序处理该中断。如果是,则 ISR 负责响应该中断,并排队相应的 DPC 例程作进一步的处理。DPC 例程很简单,通过调用 KeSetEvent 来通知应用程序读数据。

为了支持轮询方式,在驱动中实现两个标志位分别对应两路摄像头,在 ISR 则判断哪路摄像头的数据采集完成,并置位对应的标志。这样应用程序可以通过 DeviceIoControl 查询这个标志来实现轮询方式的数据采集。

在该驱动程序的开发中,并没有对 StartIo 例程做特殊处理。通常驱动程序会排队 IRP,然后在 StartIo 例程中处理这些 IRP。在此处的驱动中,上层应用程序必须调用 DeviceIoControl 向 FPGA 内一特定位置的寄存器写入适当的数启动数据采集,然后采用轮询或者中断方式等待数据采集完成。当数据采集完成后,应用程序再调用 ReadFile 函数或者 DeviceIoControl 读取数据。因此,能保证每次只有一个 IRP 等待处理,无需利用 StartIo 例程排队处理 IRP。

(上接第 122 页)

要的 XML 索引文件,同时完成课件页面的生成,进行压缩打包。

生成的压缩包解压后可直接作为网络多媒体课件访问并播放,也可以藉由支持标准的各种后期加工软件重新编辑。

### 3 结 论

标准化实时远程教学系统综合各种直播系统的优点,针对操作性比较强的课程实现了电脑桌面操作直播,对习惯于板书的教师提供了电子白板的支持,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,充分利用现有的各种 PPT,Word 等素材资源,减轻教师负担,并实现了标准化课件的生成,有利于课程资源的交流与共享。标准化以及实时性顺应网络教育发展的潮流。系统灵活的配置和强大的扩展能力,可以适应各种实际环境的需要。系统进行了多次测试,均收到较好的效果。

应用程序读取数据有两种方式:一是利用 ReadFile win32 函数读取,最终系统会调用驱动中的 Read 例程将 DMA 公用缓冲区中的所有数据拷贝到用户态缓冲区中。另外一种方法是利用共享内存技术。应用程序通过调用 DeviceIoControl 直接返回 devExt->UserSpaceAddress0 或者 devExt->UserSpaceAddress1,通过这两个变量,应用程序可以直接访问内核态公用缓冲区中任意位置的数据。

### 3 结束语

文中介绍了一种基于 PCI 总线的数据采集卡驱动程序的开发,对开发中的一些特殊处理做了详细的阐述。WDM 驱动程序是 Windows 2000/XP 上的标准驱动程序模型。开发 WDM 驱动一方面需要对 Windows 内核有较深刻的理解,另一方面也需要对所控制的硬件设备和客户的需求有清晰的认识,只有这样才能开发出真正高效的驱动程序。

#### 参考文献:

- [1] Shanley T. PCI 系统结构[M]. 北京:电子工业出版社, 2001.
- [2] PLX Technology[Z]. PCI9054 Data Book, 1999.
- [3] Cant C. Windows WDM 设备驱动程序开发指南[M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
- [4] Baker A. Windows NT 设备驱动程序设计指南[M]. 北京:机械工业出版社, 1997.
- [5] Oney W. Programming the Microsoft Windows Driver Model [M]. US:Microsoft press, 1999.
- [6] Microsoft Corporation. DDK Documentation[Z]. 2003.

#### 参考文献:

- [1] 张栓记,何丕廉,胡 敏.我国网络远程教学技术平台的研究现状与未来趋势[J]. 现代教育技术, 2005(1):40-42.
- [2] Patel G, Tabrizi M H N. E - Class - a Multimedia and Web based Distance Learning System[A]. Proceedings International Conference on Information Technology: Coding and Computing, IEEE Computer Society 2002[C]. Las Vegas, NV, USA: [s. n. ], 2002. 524-528.
- [3] 杨宗凯,吴 砥,刘清堂.网络教育标准与技术[M]. 北京:清华大学出版社, 2003.
- [4] Shaw J. Introduction to Digital Media and Windows Media 9 Series[M]. US:Microsoft Corporation, 2004.
- [5] Huang S, Hu Hui. Integrating Windows Streaming Media Technologies Into a Virtual Classroom Environment[A]. Proceedings International Symposium on Multimedia Software Engineering, IEEE Computer Society 2000[C]. Taipei: [s. n. ], 2000. 411-418.
- [6] Microsoft Corporation. Windows Media Encoder SDK[M]. US:Microsoft Corporation, 2003.