

虚拟教室中电子白板系统的实现

南京理工大学计算机系 方亮 金晶

▲ 本文提出了虚拟教室中电子白板系统的架构与实现,首先介绍了系统主要运用的计算机协同工作技术的概念,然后通过对几种实现技术的比较,着重讲述了如何运用 Servlets 高效的实现电子白板系统。

1. 序言

随着网络与多媒体技术的发展,基于网络的远程教育已成为人们关注的热点,而虚拟教室则是远程教育的核心部分。与传统教学相比,虚拟教室打破了原有的时间、地域限制,从而满足了信息时代人们“终生学习”的需要。

虚拟教室的实现主要依赖于计算机支持协同工作(CSCW)技术和分布式多媒体网络技术。计算机支持协同工作(CSCW)技术的应用为参与者提供了信息共享的环境,使交互式的协作教学成为可能,增进了教、学双方的沟通;而分布式多媒体网络技术把文字、图形、声音、视频及互动式操作集于虚拟教室中,使每一位参与者得以舒适的教或学。虚拟教室的出现不仅仅是对传统教学的模拟,而且是一次信息技术带来的教育形式的革命。学习者可以由此享受它最大限度的灵活性、独立性和因人而异的服务。

CSCW 技术在虚拟教室中的实际应用之一是电子白板系统,本文将着重讨论电子白板系统的原理与实现。

2. 计算机支持协同工作(CSCW)

现代社会中人们的生存方式千变万化,这就给协同工作带来了挑战。计算机支持协同工作(Computer Supported Cooperative Work),是指地域分散的一个群体借助计算机及网络技术,共同协调与协作来完成一项任务。它主要涉及计算机网络技术,多媒体技术,人工智能,面向对象数据库和分布式系统技术,并与心理学,系统工程,社会学等多门学科紧密结合。CSCW的应

用是虚拟学习过程中的协商讨论,相互交流和信息共享,形成一种新型的群体协作教学模式,强调协同工作,交互讨论,分工合作,共同完成某项教学任务。CSCW应用可按照时间与空间进行分类,从时间上分为同步与异步两种,从空间上分为同地与异地两种。CSCW的典型应用主要有以下三种:

(1)消息系统。对于消息系统,系统合作成员之间利用电子邮件的方式来交换结构化信息对象,如用 email 进行讨论,问题解答,提供学习资料等。这种应用的特点是对系统要求不高,但交互的同步性较差。

(2)协同编辑系统。对于协同编辑系统,系统合作成员可以在共享文档不同部分进行标注与修改,其中参与者暂时不能看到别人的工作,只有当其完成一段内容后,才允许别人看,如教师共同定制教学计划,学生合著论文等。

(3)同步会议系统。同步会议系统是以会议形式来协同工作的系统。协作双方之间的信息交流是实时的,具有很短的延迟限制。交流的内容包括文字、图形、图像,乃至音频、视频信息。本文着重讨论的电子白板系统即属于这个范畴。

3. 电子白板系统

(1)电子白板系统的原理和特点。电子白板是一个虚拟公用区域。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。它也是虚拟教室的主要交互形式。

电子白板系统作为虚拟教室系统

的一部分,基于浏览器/服务器(B/S)结构。公共区域设在服务器上。参与者可以同时看到其上的内容,包括文字、图形、图像。这些数据存于白板服务器或多媒体数据库服务器上,由服务器负责访问。每一个客户端可得到一份数据拷贝,可以被任一参加者根据其权限添加,删除或修改。操作的结果送往服务器,服务器更新数据。客户机收到修改请求后,随即更新本地数据。可见一个基本的电子白板系统应该具有以下功能:

- 基本的书写与绘画功能,用于参与者之间的交流。
- 操作提示和操作反馈功能。
- 白板内容的恢复和更新功能。
- 用户权限的辨别功能。

对电子白板系统的特点,我们从如下角度进行讨论:

①通信的实时性。电子白板的服务器端与客户机端通信主要有两种方式实现。一种是服务器可以主动发送的双向交互法;另一种是客户机的单向轮询法。两种方式各有千秋,且各自都已形成了成熟的技术。双向交互比较灵活;而单向轮询法常常被认为是笨拙且低效。确实,如果服务器上什么变化也没有,又何必去访问呢?但轮询法在服务器繁忙的情况下的效率很高,因为在规定了延迟时间与最大访问人数的情况下,服务器的最大负荷是可以控制的。而且竞争发生的几率减小。另一方面,我们追求的目标不是绝对的实时,而是让用户“感觉”是实时的。就是说,在人的一般反应或忍耐范围

内,如1秒以内的延迟时间是适当的。

②权限的差异性。参与者应根据身份赋予权力,一般虚拟教室中的身份有三种:教师、学生以及参观者。教师的权力最大,不仅在通常情况下拥有发言权,而且有控制学生发言的权力。参观者一般不能发言,但可以留下意见。

③数据的安全性。电子白板作为一个临界区,在激烈的讨论中,会出现几个参与者同时对其进行竞争操作的情况。而实际上,无论是网络传输速度,还是人对事物的接受速度都难以做出及时的反应。这可能造成的情况有两种。一是“脏”数据的出现;二是白板的显示陷入混乱。对于前者,系统提供互斥的保护机制。当一位参与者在操作时,其他参与者应当等待直至操作完毕。对于后者,教师应扮演管理的角色,安排学生的发言。在缺省的情况下,由系统根据先来先服务、轮转或最少发言者先的原则赋予发言权。

(2)电子白板系统的架构与实现。电子白板系统采用VisualAge for Java 2.0为开发工具, JWSI.1.3为Web服务器应用程序, Windows NT 4.0为服务器操作系统平台,在三十个用户同时访问的情况下,系统运行良好,基本实现了电子白板的功能。

因为Java语言在网络环境中的优越性,本系统采用Java语言实现电子白板。电子白板实现中可以应用的技术有:Socket、RMI和Servlets。下面首先叙述三者实现中的共同之处,然后简单介绍一下前两种的特点,最后详细描述Servlets的实现。

白板中的内容常常需要更新,如果不能及时反映最新内容,参与者的交流就会产生障碍。一般情况下,白板中的内容无非是由直线、曲线、椭圆、矩形等图形元素及文本元素构成。对内容进行抽象可以大大减少在初始化

与执行过程中数据的传输量。这样的处理方式有两个好处,一方面可以以某个元素的对象名、能够代表该对象的几个属性来表示;另一方面在对白板中的图形进行改动时,只需将被动部分的对象的参数通知网络另一端就可以了,而无须将改动后的整个图形传送出去。对大篇幅文字的集体讨论修改也一样分块按元素处理,而一般讨论中的文字数据量很小,无需特别处理。因此,我们将白板中的内容抽象为CObjList,它由一系列的元素组成。为了使这些对象具有分布式的特点,从CObjList类派生出CDistributedObjList类。根据Client端与Server端的不同又派生出用于两端的CClientObjList类与CServerObjList类。这两个类由于网络连接技术的不同而再派生为各自的子类(如图1)。CServerObjList的实例最先存在于服务器上。服务器向各在线客

户发送CObjList,各客户端据此建立一副本,即CClientObjList的实例。此后,在线用户可以根据权限实施添加、删除及修改的操作。操作无非是对CObjList对象中的元素的添加、删除或修改。同时客户端将对象序列化后,向服务器端发出UpdateListMsg的消息对象。服务器端试图更新其CServerObjList对象(如图2)如果成功,返回更新消息。客户端根据查询或根据成功的返回结果更新或维持修改。如果更新失败,服务器向请求更新的客户端提供失败原因。失败原因除了网络和硬件故障之外,最有可能发生的是两个以上在线用户对服务器白板这样一个临界区的竞争。

利用Java实现的服务器端与客户端的通信技术手段主要有三种:

基于端口(Socket)的方法在通过服务器修改中央列表时对客户执行严格

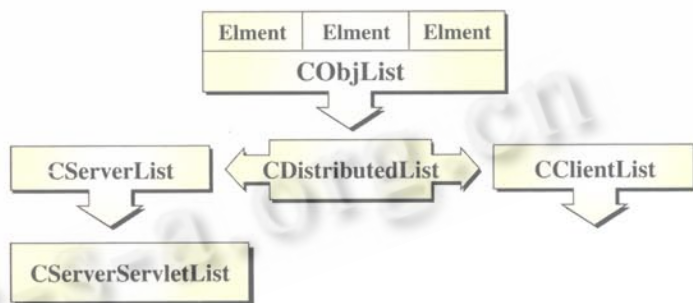


图1 CObjList类的扩展

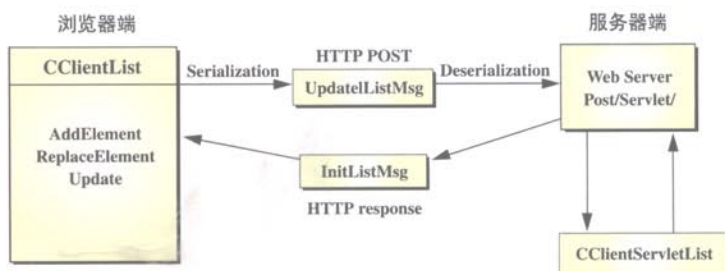


图2 电子白板系统结构图

的锁定。它的优点是客户可以实时看到中央列表的变化。缺点是所有客户与服务器必须通过 TCP/IP 连接, 实现较复杂, 当有防火墙或其他限制时可能失败。

RMI 是一种 Java 虚拟机之间对象互相调用对方函数, 启动对方进程的一种机制。在这种机制下, 任意两台 Java 虚拟机之间的通信完全由 Java 虚拟机自己的 RMI 来负责。对程序员来讲, 这两台 Java 虚拟机之间完全是透明的。基于 RMI 的方法在客户做了修改之后, 服务器会通知是否成功, 然后广播, 或由客户端轮询服务器以得到修改。RMI 需要与中央服务器有一个直接的端口的连接, 用 RMI 联网的白板可以通过允许 HTTP 事务或代理的防火墙。

Servlets, 从某种角度来讲, 可以说是服务器端的 Applets。Servlets 使用 HTTP 协议并且像 CGI 脚本一样以 HTML 作为通信手段。Servlets 具备 CGI 的一切功能, 但 Servlets 远远优于 CGI。CGI 在每次响应一个请求时, 总要重新生成一个进程, 结果随着请求增加到一定数量时, 系统性能显著下降。而 Servlets 是对服务器的直接扩展, 只在被动态的载入时才产生一个进程, 以后对请求的响应都由该进程产生一个线程来完成。另一个重要的不同点是, 当 Servlets 对一个响应结束之后, 并不是立即杀死该线程。这样, 在下次请求时就不用再次建立一个连接。通常建立一个连接是很费时的。Servlets 的简便、小巧和优异的可扩展性使其在 Web 应用中倍受青睐。

Servlets 在白板中的应用有两个功能: 一是客户端定期轮询服务器以便知道它的变化; 另一个是向服务器的应用对象流传递消息对象。客户端用 HTTP POST 协议, 由 URL 和 URL Connection 类来传送消息对象。这个协议允许服务器传送有 POST 申请书的二进制代码。应答信息也必须是二进制代码, 所以对象流要被编码成应答对象。

Servlets 的生命周期是这样的: 当第一个请求到达时, 服务器载入 Servlets, 并调用 Servlets 的 init() 方法。在 init() 完成前, 所有的请求都被阻塞。一旦 init() 完成, Servlets 就可以由 service() 方法提供服务, 处理每个请求。Servlets 持续处理请求直到被卸载。卸载时将调用 destroy() 方法。

如图 1, 和 CCientServletsList 分别派生自 CServerList 和 CClientList。客户端的操作以 HTTP POST 的方式, 传送一个的消息对象。服务器回应以包含更新信息的 IntListMsg。在没有操作的情况下, 客户端每隔一段时间以 QueryServer() 方法询问服务器的更新情况。QueryServer() 方法把一个对象送到 Servlets, 使用 HTTP POST 方式得到 Servlets 的 URL。它从服务器向调用它的方法返回一个对象。如果服务器的 CObjList 与客户端不同, 则将返回新的 CObjList。

Servlets 以其强大的功能实现了应用的集成。从白板的意义上讲, Servlets 是代替 RMI 和 socket 的有益的工具, 特别是当客户端是一个 Applets 时。因为

Applets 的安全策略要求 Applets 与网络服务器联结, Servlets 可以代替单独的、需要特殊启动的服务进程。Servlets 可以同时处理多个请求, 并使请求同步。这使它能够很好支持在线的实时讨论。从虚拟教室的意义上讲, Servlets 可以通过 JDBC 接口进行数据库操作, 同时提供了对动态网页的强大支持。

4. 结束语

本文较为系统地介绍了虚拟教室中的电子白板系统及其相关技术, 包括 CSCW 技术与分布式网络技术。电子白板系统是虚拟教室中的“课堂”, 是最为活跃的部分, 在网络教学蓬勃发展的今天具有良好的应用前景。当然一个成功的虚拟教室是由多方面组成的, 而且除了计算机技术以外, 虚拟教室的最终实现还需要心理学、社会学、行为学等诸多社会学科的密切配合。需求推动生产力的发展, 我们相信, 成熟的虚拟教室不久就会成为人们学习的重要手段。

参考文献

- [1] Merlin Hughes, Networking our whiteboard with Java 1.1, Javaworld, 98.12
- [2] Tefik M, Foster G, Bobrow G D, et al. Beyond the chalkboard: computer support for collaboration and problem solving in meetings. Communications of the ACM, 1987, 30(1): 32-47
- [3] Cutkosky M, et al. Madefast: Collaborative Engineering over the Internet. ACM, 1996, 39(9): 78-87