

基于组播的协同学习网络系统

A Cooperative e-Learning system Based on IP Multicast

黄东军 陈斌华 (中南大学信息科学与工程学院 湖南长沙 410083)

摘要: e-learning 系统的一个重要特征是对交互式协作的支持,它对于发展学生的创新意识、培养团队精神和信息素质具有重要意义。本文从 e-learning 系统的协同需求出发,设计并实现了一个支持交互式协同学习的网络应用系统,除了具有文档浏览、作业提交、信息查询等功能外,主要特点是支持应用共享、白板共享、文字实时通信和文件传输,从而为交互式协同学习提供支持。技术上,系统采用先进的 IP 组播传输结构,具有伸缩性好、复杂度低、实时性强等特点。

关键词: 数字化学习 交互式协同 系统设计 系统实现

随着 Internet 的迅速普及, e-learning (数字化学习) 在建设开放教育、终身教育基础结构中发挥着越来越重要的作用^[1]。而要真正实现 e-learning 的目标,关键是开发出体现 e-learning 理念的网络学习应用系统^[2]。

1 设计思想

1.1 总体结构

e-learning 强调媒体资源的多样性和广泛性、学习的创造性和自主性、学习的研究性和交互协同性^[3]。因此, e-learning 应用系统的设计要面向上述目标。一个完善的 e-learning 系统通常应具有如下一些功能:支持单向和多向音频/视频实时传输、支持在线或离线的咨询答疑、支持教学资料浏览和下载、支持作业提交、支持小组讨论和实战演习、支持相关教学信息管理等。e-learning 系统建立在网络和多媒体技术基础上,一个基本趋势是以 Web 系统作为整合平台。同以往 e-learning 系统的设计不同,我们特别强调协同学习的重要性。在交互式协作环境下,积极的求异性、敏锐的观察力、创造的想象力、独特的知识结构以及活跃的灵感与直觉都能得到激发。而要达到这个目标,技术上应当保证交互协作的自然流畅。

1.2 交互式音/视频传输结构设计

在 e-learning 应用系统中,交互式音视频传输功能的实现最为关键,因为协同学习和小组讨论就是建

立在实时多点音视频传输结构基础上的。缺乏高效的多媒体传输系统,要实现 e-learning 的协同学习是不可想象的,特别是系统要支持头脑风暴式的讨论,更是应当科学设计系统的数据传输方式,目标是提供自然流畅的虚拟会话环境。

传统的面向连接的传输结构存在网络带宽开销过大、终端负担重、伸缩性差以及控制复杂等缺点。为了实现流畅的多点交互,我们采用了先进的 IP 组播技术。组播是指从一个源主机向一个组内的多个目标主机发送分组的传输^[4]。组播传输结构大大减少了网络传输开销,为简化应用系统设计、降低复杂度、提高可靠性和规模伸缩性、支持更多用户交互式协作创造了良好的条件。

1.3 交互式数据共享子系统的设计

要支持 e-learning 的协同学习,系统还必须提供一个数据共享空间,多个用户可以在该空间中实现文字、文件、图像等数据的协同操作。所幸的是,国际电信联盟 (ITU) 的 T. 120 数据会议标准能够较好的支持上述功能。T. 120 数据会议主要包括应用共享、白板共享、文字实时通信和文件传输四大功能。应用共享主要指在网络上异地用户共同操作一个应用程序,从而实现分布式协同写作、协同浏览等。白板共享与现实协作中的白板一样,可边讨论边使用画笔在白板上涂画。文字通信支持多对多或者一对一实时聊天,文件传输则提供文件数据的交换功能。

2 系统实现的关键技术

2.1 分布式结构

本文的 e-learning 系统是一个分布式的结构,如图 1 所示,图中 R 表示协作成员节点,DS 是目录服务器 (directory server, DS)。

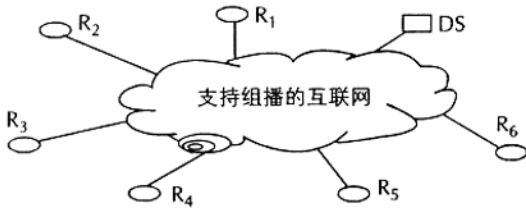


图 1 系统的分布式结构

系统的首要任务是创建协作群组。在基于组播的系统中,群组的创建表现为组播树的建立。主持人 (协作发起者,具有创建权限的用户) 首先在目录服务器上发布群组信息,包括群组名称、描述、群组存续时间、群组地址等,这些信息统称为会话描述,采用 IETF 的会话描述符 (Session Descriptor Protocol, SDP) 包装,并通过轻量级目录访问协议 (light-weighted directory access protocol, LDAP) 以单播方式传送到目录服务器。在发布群组信息后,任何希望参加协作的主机在获得会话描述符后就可以加入会话以接收其它源端发送来的数据流,或者自己作为源端向群组发送数据流。一个主机可以同时发送和接收,也可以只接收不发送。

用户获得 SDP 后,通过向指定路由器 (与主机直接相连的路由器, DR) 发送 IGMP 报文加入群组。而一个源端只要简单地向 DR 发送用群组地址和自己的源地址封装的 IP 包即可开始组播数据,而数据的实际传送完全由网络实现。

一个主机希望退出协作时,只要简单地不再接收组播数据、不再发送数据即可。同时通过单播方式通知 DS 服务器删除其注册信息。

需要指出的是,目录服务器 DS 扮演着会话信息发布和支持查询的角色。主机通过 SDP 包装会话信息,通过 LDAP 实现发布;查询者同样通过 LDAP 获取会话 SDP。为安全起见,DS 通常具有访问控制机制,这是由一个被称之为访问控制列表 (access control list, ACL) 的数据结构实现的。ACL 记录有用户访问 SDP 的权限,这些权限来自用户在 DS 服务器上的账户。一个用户可能的 SDP 访问权限分为读写、读。只有发布会话

信息的用户才能够删除它发布的会话信息。值得注意的是,DS 并不接收和转发任何媒体数据流,它和传统分布式协作系统中的 MCU 不同,DS 仅仅起到发布会话信息、支持查询和访问控制的作用。

2.2 端系统软件的实现

图 2 表示了端系统的软件结构。系统基于 Windows 平台,网络通信构筑在 WinSock 2.0 基础上,同时采用 Microsoft DirectShow 技术为系统提供方便、高效的音/视频媒体访问控制机制。

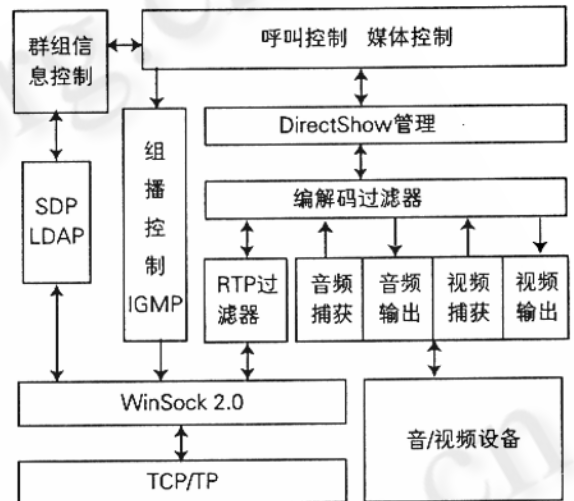


图 2 基于组播的 e-learning 系统终端软件结构

图 2 中,群组信息控制是一个负责发布会话描述符以创建一个群组,或者从 DS 服务器获取会话描述符以加入一个群组的控制接口,它通过 SDP 包装会话描述信息,交由 LDAP 传送,或者通过 LDAP 获得 SDP 后提供给呼叫控制发起呼叫。呼叫控制是用户加入或退出群组协作的控制接口,它通过组播控制的 IGMP 协议向指定路由器发出加入或退出的请求。

媒体控制是用户通过 DirectShow 管理器选择编解码器、控制声音属性、调节视频属性的接口。DirectShow Graph 管理器是 Microsoft 为流式媒体提供的一个控制机制,提供高质量的流式媒体捕获与回放。当存在音/视频加速硬件时,DirectShow 将自动检查它们并使用音/视频硬件加速的能力。

编解码过滤器在多点音视频传输中是重要组件。本系统采用了 G. 723.1 作为音频编解码标准,采用 H. 263 作为视频压缩标准。

RTP (Real Transmission Protocol) 过滤器是一个把捕获的音/视频数据包装成实时同步传输数据格式的

组件,同时它也对传送进来的音视频数据进行同步处理。WinSock 2.0 屏蔽低层网络通信协议,为用户提供一个协议独立的网络程序设计工具和环境,用户可以通过它访问各种 TCP/IP 协议,包括对组播和服务质量 (QoS) 的高级访问支持。

2.3 数据共享的实现

前面已经指出,基于 T. 120 标准的数据会议是实现数据共享空间的基本方法。目前,微软的 NetMeeting 数据组件已经成为事实上的工业标准。NetMeeting 提供基于 H323 标准的语音及视频会议的功能,但这部分功能不太适合多点交互式协同应用,我们已经通过组播实现。而它提供的 T. 120 多点数据会议则得到广泛支持。其软件开发包 (SDK) 提供了一系列的 COM 组件,这套组件提供了 T. 120 数据会议特性。我们的 e-learning 应用系统就是通过集成这些组件实现数据共享空间的。

3 系统的应用

图 3 是系统用于多用户交互式音/视频通信、文字实时通信和应用共享的画面示例。

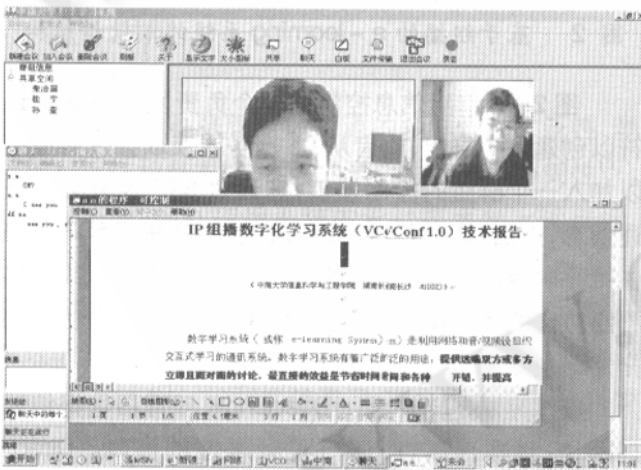


图 3 交互式音视频通信、文字通信和应用共享

一个加入协作的用户可以看到所有其他在线用户的运动图像。值得一提的是,小组成员的发言既不是主席控制模式的也没有采用演讲者音量控制模式,而是讨论式的,协作者可以“畅所欲言”,这样就真正实现了头脑风暴式的讨论和交流,使协同功效极大化。而这一功能的实现正是基于在 2.2 节所介绍的组播传

输结构。

要发送文字,只要在“消息”编辑框中输入,然后单击编辑框右侧的发送消息按钮即可。缺省情况下,消息将发送给所有协同学习者。如果要发消息发送给指定的某个人,可以打开“发送给”下拉式列表,选择一个对象,然后单击“发送消息”按钮即可。聊天文件还可以用 .html 文件扩展名保存,然后在 Internet 浏览器中打开。

应用共享能使协同者看到某个用户的桌面应用程序 (例如 WORD 等),并可以象本地用户一样操作该应用程序。

图 4 是白板共享的画面。一个参加协同学习的用户启动白板共享后,群组中的每个用户都可以在白板上添加白板页、画图形、键入文本以及使用荧光笔或远程指示器强调某个项目;可以在白板和其他程序之间,或从窗口和桌面区域到白板进行项目的复制和粘贴,粘贴后,可以使用白板工具对对象进行进一步图解说明。其他参加者不用访问该用户的桌面,即可看到其工作。同步可以使每个人自动查看相同的白板页面。

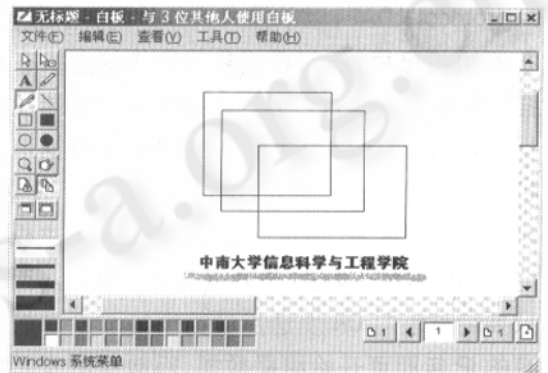


图 4 白板共享

系统的其他应用还包括文件传输、文档浏览、资源下载、作业提交、信息管理等,因篇幅所限不敷述。系统在测试后得到实际应用,基本达到了设计目标。

4 结论

本文基于 e-learning 基本理念,强调协同学习的需要,设计并实现了一个多功能网络学习系统,除了具有文档浏览、作业提交、信息查询等功能外,主要特点

(下转第 8 页)

(上接第4页)

是支持应用共享、白板共享、文字实时通信和文件传输,从而构造出一个数据共享空间,实现交互式协同学习。系统在校园网(跨城区)得到应用,效果比较理想,因此本文的介绍对于同类系统的研究和开发具有一定的参考价值。

参考文献

1 何克抗, E-Learning 与高校教学的深化改革[J], 中国电化教育, 2002, NO. 2, pp. 12-17.

2 陈仕品、刁永锋, E-Learning 与创新人才的培养[J], 四川师范学院学报(哲学社会科学版), 2002, NO. 6, pp. 107-110.

3 李世红, 论 e-learning 的概念与教学设计[J], 广西民族学院学报(自然科学版), 2002, Vol. 8 (NO. 1), pp. 36-39.

4 B. Quinn, K. Almeroth. IP Multicast Applications: Challenges and Solutions[S]. RFC 3170, September 2001.