

# SIP 协议在 CSCL 系统中的应用研究

张本成<sup>1,2</sup>, 范会联<sup>2</sup>, 瞿 堃<sup>1</sup>

(1. 西南大学计算机与信息科学学院, 重庆 400715; 2. 长江师范学院计算机科学系, 重庆 408003)

**摘要:** 分析了目前 CSCL 系统的支持个性化与移动性等方面灵活度不够的问题, 结合 SIP 协议具有灵活、方便、易扩展的会话呼叫控制特性, 提出并实现了一种基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统, 讨论了该模型系统的体系结构及解决个性化与移动性问题的机制。

**关键词:** 计算机支持的协同学习; SIP 协议; 个性化; 移动性

## Research on SIP Protocol Applied in Computer-supported Collaborative Learning

ZHANG Bencheng<sup>1,2</sup>, FAN Huilian<sup>2</sup>, QU Kun<sup>1</sup>

(1. Institute of Computer and Information Science, Southwest University, Chongqing 400715;

2. Department of Computer Science, Yangtze Normal University, Chongqing 408003)

**【Abstract】** This paper analyses the lack of flexibility of the CSCL system in personalization and mobility, and proposes a SIP-based CSCL model system, combining the characteristics of flexibility, convenience and being scalable of SIP Protocol as a signal control protocol. It also discusses the systemic structure and the solution for the personalization and mobility.

**【Key words】** computer-supported collaborative learning(CSCL); SIP protocol; personalization; mobility

计算机支持的协同学习(computer-supported collaborative learning, CSCL)是计算机支持的协同工作(computer supported collaborative work, CSCW)与协同学习(collaborative learning, CL)的理论与方法相结合的产物, 是数字化学习研究的热点之一。CSCL 突破了“背靠背”网络教学模式引发的交流障碍, 在充分继承和发扬网络教学优势的基础上, 更强调老师与学生、学生与学生之间各种教学信息的实时交互性和学习的协同性, 充分结合传统课堂教学与网络教学的优势, 为学习者在 CSCL 系统中进行协同学习提供最佳的环境, 从而提高网络学习的效率。本文分析了目前 CSCL 系统的支持“个性化”与移动性等方面灵活度不够的问题, 综合运用数据库技术、网络技术、CSCL 的原理及 SIP 协议, 提出了一种基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统。

### 1 CSCL 系统面临的问题及解决策略

近几年来, 国内外在 CSCL 的理论研究与系统实现方面都取得了较大的成果, 如日本、芬兰和美国共同开发了具有同步和异步多媒体通信功能的远程协同学习系统 CODILESS, 北师大开发了支持网上协同学习的 WebCL 平台。随着协同学习的深入开展, CSCL 系统面临 2 方面的问题, 即个性化服务与移动性问题。

(1)个性化服务。由于 Internet 的异构性, 导致学习者, 特别是广大农村的远程学习者通过不同类型的方式连接到服务器, 如低速 Modem 拨号、ISDN、ADSL 和局域网, 这些不同类型的连接方式之间的性能差异显著, 而目前的 CSCL 系统未对不同的接入终端提供个性化服务。

(2)移动性问题。目前的 CSCL 系统不支持用户(教师)在教室之外的其他地方进行协同学习的指导, 如办公室、实验室或外地, 而此类需求日益增多; 目前的 CSCL 系统也不

支持服务的移动, 当系统的负载较大时, 难以对认证服务和内容进行负载均衡。

个性化服务是由终端对系统访问方式的多样性产生的, 如终端在建立连接时具备就终端类型、带宽、媒体能力等连接类型进行协商的能力, 就可以对不同终端(学习者)提供个性化服务; 移动性问题是由于目前的 CSCL 系统处理客户端的信息时采用基于 IP 地址的用户身份辨别, 如果系统能提供一种唯一的逻辑地址而非 IP 地址来对用户进行身份认证并提供服务, 则可轻松地解决移动性问题。综合以上 2 方面不难想到: 需要在现有 CSCL 系统中增加对用户请求提供定位、传输和连接建立等呼叫控制服务的机制。目前由 IETF 组织提出的 SIP 协议正是为满足在 Internet 环境下传输多媒体的要求而提出来的, 因此, 本文提出在现有的 CSCL 体系结构中添加 SIP 服务器来提高系统的灵活性, 以解决目前 CSCL 系统所遇到的问题<sup>[1]</sup>。

### 2 基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统

#### 2.1 SIP 协议及其呼叫控制的特点

SIP(session initiation protocol)是一套分布式的多媒体会话应用层信令协议, 完成双方或多方多媒体会话呼叫的创建、修改和终止等工作。会话可以是 Internet 多媒体会议、IP 电话及远程教育等类似应用。SIP 借鉴了 HTTP、SMTP 等协议, 支持用户代理、重定向、用户注册、用户定位及用户移动等功能, 通过与 RTP/RTCP、SDP、RTSP 等协议及 DNS 的配合, 提

**基金项目:** 重庆市教委项目基金资助项目(031301)

**作者简介:** 张本成(1972 - ), 男, 讲师、硕士研究生, 主研方向: 计算机网络应用, SIP 协议应用, 计算机教育; 范会联, 讲师、硕士研究生; 瞿 堃, 副教授

**收稿日期:** 2006-11-02 **E-mail:** myzbc@sina.com

供语音、视频、E-mail、IMS、聊天等服务。SDP(session description protocol)用于实现对会话信息(如会话名称、目的、带宽等)与媒体信息(如媒体类型、格式、传输端口等)的描述。SDP描述可以作为MIME(multi-purpose Internet mail extensions)附在SIP消息上以便进行媒体协商,这是提供CSCL系统个性化服务的基础<sup>[2]</sup>。

SIP采用客户机/服务器工作模式,SIP网络系统包含2类组件:用户代理(user agent, UA)和网络服务器(network server, NS)。UA是与用户交互的SIP实体,分为用户代理客户机(user agent client, UAC)和用户代理服务器(user agent server, UAS),UAC负责发起呼叫请求,UAS负责接受呼叫并作出响应,二者组成UA存储在于SIP终端中。NS即SIP服务器,实现地址解析和用户定位等功能,按逻辑功能分为代理服务器、重定向服务器和注册服务器。代理服务器既是客户机又是服务器,用于路由选择,负责将SIP呼叫请求和响应转发到相应的下一跳;重定向服务器用于地址解析,其功能是通过响应告诉用户下一跳服务器的地址,然后由用户根据此地址向下一跳服务器重新发送请求;注册服务器接收终端的注册请求并更新定位服务器中用户的地址映射信息。UA在启动后向注册服务器注册,以记录其当前位置信息,这种基于SIP服务器的转发特性是解决CSCL系统移动性问题的基础<sup>[3,4]</sup>。

## 2.2 基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统

### 2.2.1 基于 SIP 协议的 CSCL 模型体系结构

CSCL系统借助基于Internet/Intranet的远程学习环境,充分利用远程学习资源完成协同学习,涉及学生、管理员、教师、协同学习环境和学习资源等多个对象。通常CSCL系统的体系结构分为3层:即资源层、服务层与客户层<sup>[5]</sup>。为解决CSCL系统面临的个性化服务与移动性问题,本文借助多媒体和网络技术辅助和支持CSCL系统,提出了在目前的CSCL系统中增加基于SIP协议的呼叫控制层的四层CSCL体系结构,如图1所示。

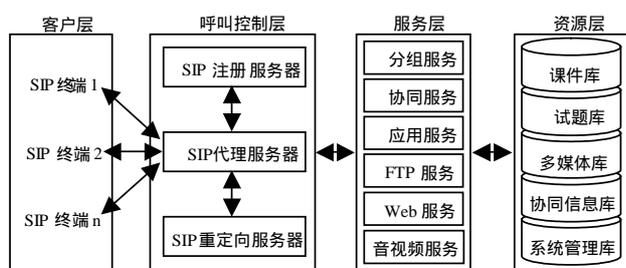


图1 基于 SIP 协议的 CSCL 四层系统体系结构

图1中资源层提供CSCL系统所需的数据资源库,包括课件库、试题库、多媒体资料库、协同信息库、系统管理库等数据库,课件库、试题库及多媒体库包括了课程学习资料、常见问题解答等学习信息,协同信息库存放了CSCL系统用户信息、协同规则信息等。服务层提供友好的用户界面,实现各种具体的应用功能,如协同学习者分组、协同学习、实时音视频播放、Web服务等诸多服务功能。呼叫控制层由SIP服务器为用户提供呼叫控制服务,SIP服务器体系主要由代理服务器、注册服务器、重定向服务器构成,其中,注册服务器接受用户代理的注册请求并更新定位服务器中用户的地址映射信息;代理服务器负责对呼叫请求和响应消息进行转发;重定向服务器主要为CSCL系统用户提供重定向功能。SIP服务器采用注册/注销机制和会话进程中的媒体协商来提高系

统的灵活性,对用户请求提供定位、传输和连接建立等服务,相应地客户层的用户转变为SIP终端<sup>[6]</sup>。

由于在CSCL系统中增加了基于SIP协议的呼叫控制层,因此任一方的联系地址或会话参数发生变化都会通过SIP服务器的目标刷新机制通知对方。当UA的联系地址改变时,它使用会话上下文信息构造一个INVITE(称为Re-INVITE)请求消息,将新的联系地址放入Contact头部域,使用会话内的路由过程将消息发送给对方。对方收到请求消息后,发现Contact头部的内容和会话上下文远端目标不同,就使用新的联系地址更新会话远端目标以支持CSCL的移动性;目标刷新过程还可以用于修改当前的会话参数,如改变媒体类型、传输端口等,为不同类型的CSCL用户提供个性化的接入服务<sup>[7]</sup>。

### 2.2.2 SIP 协议解决 CSCL 系统个性化服务问题

SIP并非完整的通信系统,只提供消息机制实现不同的呼叫控制。SIP使用SDP来描述会话使用的媒体参数(如媒体类型、格式、带宽等),通过向被叫终端发送包含SDP描述的请求表明意图,被叫终端根据请求进行操作,产生相应的响应表明请求的处理结果。其采用SDP基本的offer/answer模型完成终端媒体能力的协商:主叫终端在offer中将自身的媒体能力、传输机制等信息发送给被叫终端,被叫终端在answer中放入自身的媒体能力和传输机制等相应信息来响应offer,完成双方媒体能力的协商。利用这一特性,在基于SIP协议的CSCL系统中,SIP终端可以很容易地将有关自身特性(包括终端类型、带宽、媒体能力)的SIP消息传送给被叫终端,以充分适应服务所要求的连接参数,从而解决CSCL系统个性化服务的问题。

基于SIP协议的CSCL系统的媒体协商可以在会话前完成,也可在会话中修改。在会话前完成媒体协商的过程如图2所示。(1)SIP终端A通过INVITE消息带上自己的媒体参数SDPA;(2)SIP终端B收到A的呼叫请求消息之后,与自身的媒体参数进行比较,得到协商结果,在摘机时通过200送给A,完成一次媒体协商,会话成功建立。

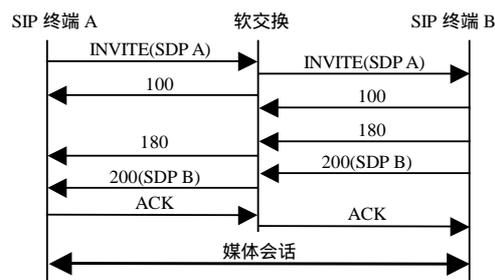


图2 会话前完成媒体协商的过程

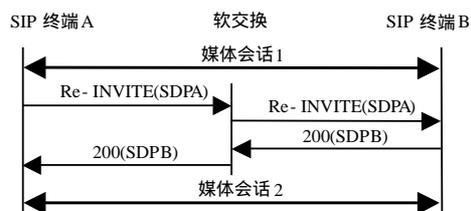


图3 会话中实现媒体协商的过程

在会话中实现媒体参数修改的媒体协商过程如图3所示。SIP终端A和B已经完成一次媒体协商,会话正常进行。(1)如果终端A的媒体参数发生改变,则向终端B发送

Re-INVITE 消息,将终端 A 更新后的媒体参数发送给 B;(2)终端 B 收到终端 A 更新后的媒体参数,与自身的媒体参数进行比较,得到新的媒体协商结果,通过 200 消息将结果发送给终端 A,完成新一轮媒体协商,双方会话重新建立。

### 2.2.3 SIP 协议解决 CSCL 系统移动性问题

SIP 终端使用 SIP URL(uniform resource locator)标识自己,SIP 服务器使用 SIP URL 寻址。SIP URL 是一个逻辑地址,格式和一个 E-mail 地址相似,通常由 SIP 标识、用户名和域名组成(如:SIP:user@company.com)。注册服务器利用注册/注销机制实现 SIP URL 和对应的 IP 地址的映射,它允许被呼叫者(用户或服务)保持同样的逻辑名字,无论其物理连接是否发生改变。SIP URL 与终端位置的无关性使 SIP 用户具有良好的移动性,SIP 协议的动态注册/注销机制使用户移动变得十分方便。通过在 SIP 协议中使用 SIP URL 与 SIP 注册/注销及呼叫重定向等机制,CSCL 系统的移动性问题得到解决。其解决问题的机理如下:

(1)地址分离机制。SIP 协议采用逻辑地址和联系地址相分离的思想,逻辑地址用于标识用户,而联系地址表明用户的当前位置。

(2)注册/注销机制。SIP 终端通过注册/注销机制来告知系统自身在移动中的当前位置。SIP 协议定义了注册服务器和 REGISTER 消息,SIP 终端可以通过向注册服务器发送 REGISTER 消息完成用户注册、注销、刷新、地址映射获取等操作。在注册/注销请求消息中,Request-URI 域包含注册服务器的域名信息;To 包含要注册/注销用户的逻辑地址;From 包含发送注册消息者的地址信息;Contact 包含要注册的联系地址信息。注册过程:当 SIP 终端向注册服务器添加一个地址映射记录时>Contact 域包含要增加的联系地址信息,使用 Expires 头部域或该地址信息的 expires 参数声明该联系地址的生命期。当要刷新一个地址映射记录时,可在 Contact 域中包含要刷新的联系地址信息,通过 Expires 头部域或该地址信息的 expires 参数声明该地址的生命期来对映射记录进行刷新。呼叫方根据对该用户地址映射信息的查询结果,将呼叫请求消息转发到 SIP 终端的当前联系地址。当 SIP 终端要删除一个映射记录时,可在 Contact 域中填写要删除的联系地址信息,并将 expires 参数置 0,注册服务器收到

相应请求消息后就会删除该映射记录。

(3)呼叫重定向机制。当重定向服务器发现接收到的呼叫请求消息中被叫用户位置已经移动,需要重定向时,会生成一个重定向响应消息,将被叫用户的当前联系地址告知主叫用户。主叫用户向新的联系地址发送 Re-INVITE 呼叫请求,请求消息被路由到联系地址所在的用户终端,从而解决了 CSCL 用户的移动性问题。

### 3 结束语

将 SIP 协议与 CSCL 系统相结合,建立基于 SIP 协议的 CSCL 系统,为远程学习者提供公平、有效和廉价的基于视频互动学习的“面对面”的协同学习方式,提高协同学习的效率,满足远程学习者对移动性与个性化服务等方面的需求。要提供低成本、高可靠性的 CSCL 系统,一方面可采用集群技术将多台 PC 用高速网络连接起来,构成坚固、方便、整体价格低廉的“PC 集群”用作系统服务器;另一方面 SIP 终端硬件上可与中科院计算所合作,用 NC(net computer)作 SIP 终端硬件平台。基于上述原因,以“PC 集群”作为 CSCL 系统服务器、以 NC 作为 SIP 终端构建实用的 CSCL 系统是尚待完成的工作。

### 参考文献

- 1 徐 鹏,廖建新,吴乃星. SIP 协议控制多媒体会话的研究与应用[J]. 计算机工程,2006,32(14): 196-198.
- 2 Johnston A B. SIP: Understanding the Session Initiation Protocol[M]. 2<sup>nd</sup> ed. Artech House, 2004: 35-37.
- 3 Camarillo G. SIP 揭秘[M]. 白建军,彭 晖,田 敏,等,译. 北京:人民邮电出版社,2003: 78-80.
- 4 Lipponen L. Exploring Foundations for Computer-supported Collaborative Learning[C]//Proceedings of CSCL'02. 2002: 72-81.
- 5 黄荣怀. 计算机支持的协作学习——理论与方法[M]. 北京:人民教育出版社,2003: 116-118.
- 6 张友波,张焕强,孙利民. 基于 SIP 的视频会议系统设计与实现[J]. 计算机工程,2005,31(21): 167-169.
- 7 Koschmann T. Dewey's Contribution to the Foundations of CSCL[C]//Proceedings of CSCL'02. 2002: 17-22.

(上接第 129 页)

SRAM 和片外 DRAM 构成即可。实验表明,该方案在简单硬件支持下就能够达到 OC-48 的转发速率要求,在存储空间和查找更新时间上达到平衡。

本文的设计方案能满足 OC-48 的速率要求,再采用硬件流水的方式将能达到一个基本恒定的路由查找时间。如果要达到更高的速率如 OC-192、OC-768 等,将片外 DRAM 替换为 SRAM 是一种可行的方案,有待进一步研究。此外,鉴于每个 B-树结点中存储的左端点都是比较邻近的地址,二进制下它们或多或少地都有若干位尾 0,可以考虑在存储的时候略去相同位数的 0,以提高片上 SRAM 的空间利用率,节约存储空间。

### 参考文献

- 1 陈 虎,齐德昱. 快速 IP 路由查找及其硬件实现技术分析[C]//中

国计算机学会第 12 届网络与数据通信学术会议论文集. 2002.

- 2 Chiueh T, Pradhan P. Cache Memory Design for Network Processors[C]//Proc. of the 6<sup>th</sup> Intl. Symp. on High-performance Computer Architecture, Toulouse, France. 2000.
- 3 Chiueh T, Pradhan P. High Performance IP Routing Table Lookup Using CPU Caching[C]//Proc. of IEEE INFOCOM'99. 1999.
- 4 Gopalan K, Chiueh T C. Improving Route Lookup Performance Using Network Processor Cache, Supercomputing[C]//Proc. of the ACM/IEEE Conference on Supercomputing. 2002-11.
- 5 Liu Huan. Routing Prefix Caching in Network Processor Design[C]//Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Computer Communications and Networks. 2001-10.
- 6 Mehrotra P, Franzon P E. Novel Hardware Architecture for Fast Address Lookups[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40(11).