

# 基于 SIP 协议的 CSCL 系统的研究与设计<sup>\*</sup>

张本成<sup>1,2</sup>, 瞿 莹<sup>2</sup>

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

**摘要:** 针对目前 CSCL 系统在支持“个性化”与移动性等方面灵活度不够的问题, 结合信令控制协议 SIP 具有灵活、方便、易扩展的特性, 综合运用 CSCL 的原理、数据库技术、多媒体通信技术, 研究并设计了一种基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统, 着重讨论了该系统的会话模式设计、体系结构设计及其资源层、服务层、SIP 服务器与 SIP 终端的设计。

**关键词:** 计算机支持的协同学习; SIP 协议; SIP 服务器; SIP 终端

**中图分类号:** TP 311 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258-7971(2007)03-0247-04

计算机支持的协同学习 CSCL(Computer-Supported Collaborative Learning) 是由计算机支持的协同工作 CSCW(Computer Supported Collaborative Word) 与协同学习 CL(Collaborative Learning) 的理论与方法相结合的产物, 一直是数字化学习的研究热点之一。尽管国内外对协同学习的研究在 CL 理论与 CSCL 系统实现上都取得了较大的成绩, 但大都是部分地实现了协同学习, 随着协同学习的深入开展, 用户对 CSCL 系统的灵活性提出了更高的要求, 即目前的 CSCL 系统面临“个性化”服务与移动性等方面灵活度不够的问题。“个性化”服务指目前的 CSCL 系统设计上并没有考虑到对不同的接入终端提供差异化的服务; 移动性问题指目前的 CSCL 系统不支持用户(教师)在除教室之外的其他地方进行协同学习的指导, 即不支持 CSCL 服务的移动性。本文研究并设计了一种基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统, 该系统能对 CSCL 学习者在“个性化”服务与移动性方面的要求提供技术上的支持<sup>[1]</sup>。

## 1 SIP 协议解决 CSCL 系统存在问题研究

SIP(Session Initiation Protocol) 是一套分布式

的多媒体会话信令协议, 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 协议不仅本身具有灵活、方便、易扩展的特点, 而且其承载网络为目前使用相当普及且成本低廉的 IP 网络, 其客户端可以使用普通的 PC 机, 具有价格低、智能性强、通用性高的优势<sup>[2]</sup>。SIP 网络系统包含 2 类组件: 用户代理 UA(User Agent) 和网络服务器 NS(Network Server)。UA 是与用户交互的 SIP 实体, 分为用户代理客户机 UAC(User Agent Client) 和用户代理服务器 UAS(User Agent Server), 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

\* 收稿日期: 2006-09-24

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, 重庆人, 讲师, 硕士生, 主要从事计算机网络应用、SIP 协议应用方面的研究。

通讯作者: 瞿 莹(1970-), 男, 云南人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事网络学习与多元智能发展、网络课程教学设计方面的研究。

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. 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, SIP 提供语音、视频、E-mail、IMS、聊天等服务. SDP(Session Description Protocol)用来实现对会话信息(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)扩展附在 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>[3]</sup>.

## 2 基于 SIP 协议的 CSCL 系统设计方案

### 2.1 系统会话模式的设计

基于 SIP 协议的 CSCL 系统会话是一个基于 SIP 协议的多方会话模式,主要涉及信令和媒体 2 种实体的管理. 信令的管理采用 SIP 协议来建立、修改和终止 1 个或多个用户之间的会话;媒体的管理主要包括对音视频的编解码及传输处理. 一方面,绝大多数会话模式都采用第三方控制,即由一个会话服务器来对信令和媒体进行管理,这种会话模式,完全受制于服务

器的处理能力,容易形成单点瓶颈,而且不易扩展;另一方面,PC 作为功能强大的智能终端,在多方会话中完全可以分担服务器的部分负载,如可采用微软的 DirectX SDK(软件开发包)提供的 DirectSound API 对语音进行实时捕获、回放和混音,将接收到的语音包快速地编解码与实时地传输出去. 正是由于完全集中式会话模式的缺陷及个人 PC 的高处理性能,基于 SIP 协议的 CSCL 系统实现上采用集中式信令管理和分布式媒体处理的会话模式,即信令部分由会话服务器完成,而媒体的处理则完全由协同学习者的 SIP 终端来完成.

### 2.2 基于 SIP 协议的 CSCL 系统的体系结构设计

在 IP 网络中,协同学习系统借助基于 Internet/Intranet 的远程学习环境,充分利用远程学习资源来实现协同学习,通常涉及学生、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>[4]</sup>. 为解决 CSCL 系统面临的“个性化”与移动性问题,综合运用 CSCL 的原理、数据库技术及 SIP 协议,借助多媒体与网络技术来辅助和支持 CSCL 系统,我们提出在目前的 CSCL 系统中增加基于 SIP 协议的呼叫控制层的 CSCL 体系结构,以此构建新的同步协同学习环境,如图 1 所示.

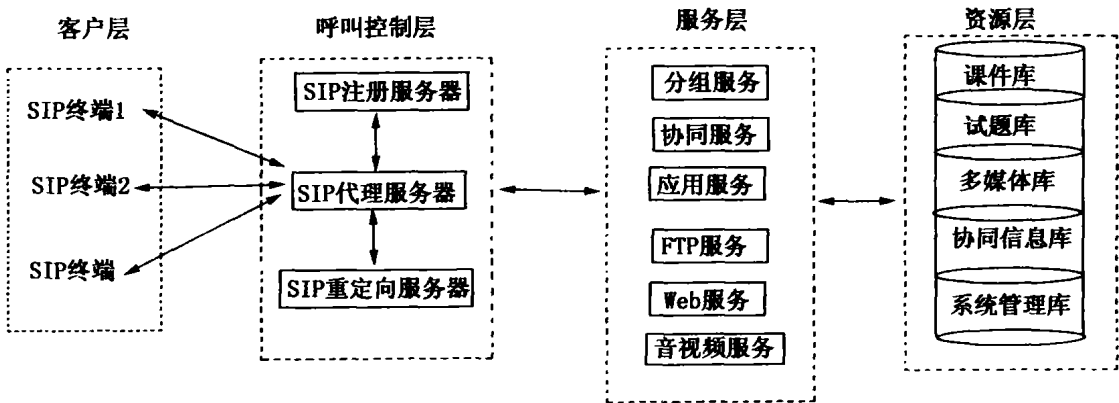


图 1 基于 SIP 协议的 CSCL 4 层系统体系结构  
Tab. 1 The four-floor systemic structure of the CSCL based on SIP

图 1 中 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 CSCL 系统的灵活性,对用户请求(包括实时和非实时)提供定位、传输和连接建立等服务. 由于在 CSCL 系统中增加了基于 SIP 协议的呼叫控制层,任一方的联系地址或会话

参数(包括终端类型、带宽、媒体能力等)发生变化都会通过 SIP 服务器具有的目标刷新机制通知对方. 当用户代理的联系地址改变时,它使用会话上下文信息构造一个 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的远端目标不同, 就使用新的联系地址更新会话上下文的远端目标, 以支持 CSCL 用户的移动性; 同时目标刷新过程还可以用于修改当前的会话参数, 如改变媒体流类型、端口等, 以为不同类型的 CSCL 用户提供“个性化”的接入服务.

**2.3 系统资源层的设计** 资源层实现对学习资源(如文本、声音、图片、视频等媒体素材及学习记录等各种资源)的管理, 目的是方便学生查找和浏览, 它提供 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, 其中协同信息库存放 CSCL 系统用户、协同规则等信息, 用户信息包括学习者的学习水平、学习风格、学习伙伴、联系方式等信息, 协同信息库包含各类协同推理规则, 为 CSCL 系统服务层的分组与协同服务提供后台数据支持; 课件库、试题库及多媒体库包括课程学习资料、常见问题解答、学习评估方法等学习信息.

**2.4 系统服务层的设计** 服务层提供友好的用户界面, 实现各种具体的应用功能, 如实时音视频播放、协同分组、协同学习、Web 服务以及数字资源下载等诸多服务功能, 也可提供学习效果评价的服务. 协同服务包括诸如角色控制、并发控制、人机交互、群体感知等服务. 基于 SIP 协议的 CSCL 系统能接收用户 SIP 终端发来的包括学习者学习状况的 SIP 消息, 在收集整理该组学习者的学习状况之后, 分析评估整个班级当前的诸如学习进度等指标, 按照一定的评价标准把本组的学生分为 A、B、C 三等, 并定期通过 SAP 机制向协同学习者告知 A 等学生的名单, 同时保存并维护本组注册人员名单、在线人员名单和本组优秀学生名单, 以备查阅; 接收学习者发出的“找学习伙伴”的消息, 查询知识库的用户知识, 分析该学习者和本组优秀学生学习风格上的互补性, 按照规则选出一个优秀学生, 并通过 SAP 机制把包括该学生的 SIP URL、学习风格等信息返回给 SIP 终端; 接受 SIP 终端发出的包含协同任务的消息, 组织人员合作完成协同学习的任务. 基于 SIP 协议的协同组件的设计主要考虑 3 个方面的因素: 会话策略、媒体策略和发言权控制策略. 会话策略定义用户参加会议的身份、持续时间、用户加入和离开会议的通知方式; 媒体策略定义组合、修改媒体的方式; 发言权控制策略定义用

户获得媒体控制权的方式<sup>[5]</sup>.

**2.5 系统呼叫控制层的设计** 系统呼叫控制层由 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的功能. 这些服务器可分布在不同的物理实体中, 也可共存于 1 个物理设备中. 实践中, 考虑到它们工作内容的互相依赖性及其维护一个小型网络的情况, 也考虑到降低 SIP 服务器硬件成本的因素, 因而将 Register Server、Redirect Server 及 Proxy Server 集成到 1 台服务器中, 所有终端与网络内 1 台功能集成的 SIP 服务器相连, 构成星型网, 该服务器内部从软件上分为 3 个 SIP Server 功能模块, 再加上 Location Server(定位服务器)模块、网络地址转换模块(NAT)、SIP 信令解析模块及基于 RTP 媒体流的传输控制模块, 构成的 SIP 集成服务器体系模块结构如图 2 所示<sup>[6]</sup>.

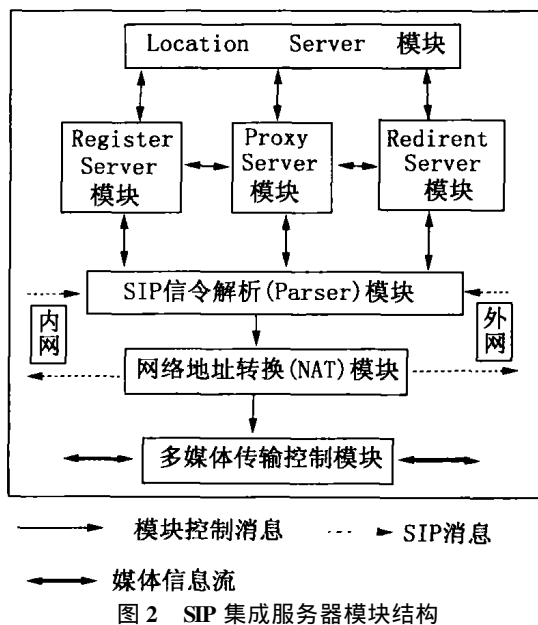


图 2 SIP 集成服务器模块结构

Fig. 2 The model structure of integrated SIP server

**2.6 系统客户层的设计** 系统客户层功能由 SIP 终端来实现. 由于系统采用集中式信令和分布式媒体的多方会话模式, SIP 终端主要完成 SIP 消息的生成和分析, SDP 消息体的生成、双方媒体流能力的协商和媒体流传输通道的建立, 实时数据的接收

和发送以及对系统资源进行管理等操作. SIP 终端包括用户代理(UA)模块、实时传输模块和系统资源管理模块. 目前存在 2 种不同类型的 SIP 终端: 基于硬件的 SIP 终端和基于 PC 的 SIP 终端. 基于硬件的 SIP 终端无操作系统, 无硬盘, 对病毒免疫性较好; 基于 PC 的 SIP 终端使用 Windows 操作系统, 通过软件的方式来实现, 数据共享容易、使用灵活、成本低、可移植性强. 在基于 SIP 协议的 CSCL 系统中, 为降低系统实现成本起见, SIP 终端采用基于 PC 的软件实现方式.

SIP 终端软件在 SIP 协议的控制下完成多媒体通信的全过程, 其特点是业务量大, 对实时性和可靠性要求高, 要求软件在实现基本功能的同时, 要保证较高的实时效率, 能处理大量呼叫, 为此进行了以下设计: ① 实时性. 就是软件对呼叫的处理要满足一定的质量标准, 不能因为软件的处理能力不足而使用户等待时间过长. 在结构设计方面, 采用面向对象、自上而下的程序设计方法, 软件采用多线程运行方式, 即同时运行多个任务, 将复杂的处理尽量分散到并行运行的任务中; 在程序设计方面, 各个功能模块设计合理、高效, 使程序尽可能的优化, 提高软件效率, 保证实时性. ② 信令的通信处理和多媒体信息处理相分离. 网络中的控制协议由 SIP 服务器来处理, 图形用户界面、音视频数据的采集处理和编解码由 SIP 终端软件完成. 尽管会话的呼叫控制由 SIP 协议实现, 但是一旦通信双方建立会话连接后, 多媒体会话的媒体流就不经过 SIP 协议处理而直接进行通信<sup>[7]</sup>.

### 3 结束语

随着网络技术和多媒体技术的迅速发展, 协同学习逐步成为网络学习的一种重要形式, 研究适应广大农村协同学习者的 CSCL 系统就显得非常必要. 本文针对当前 CSCL 系统在支持“个性化”与移动性等方面灵活度不够的问题, 综合运用 CSCL 的

原理、数据库技术、网络技术及 SIP 协议, 研究并设计了一种基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统. 与传统的 CSCL 系统相比, 基于 SIP 协议的 CSCL 系统可对不同的接入终端提供差异化的服务, 也可为协同学习服务的移动性提供技术上的支持, 让更多的人享受高效、公平、广泛和廉价的视频互动的学习服务. 基于 SIP 协议来设计 CSCL 系统是一个大胆的尝试, 系统设计本身也还有一些需要完善的地方, 随后要做的工作就是在进一步完善基于 SIP 协议的 CSCL 模型系统的基础上, 采用 SUN 和 IBM 共同开发的 JMF(Java Media Framework)多媒体框架及微软 LCS2005(Live Communications Server 2005)通讯服务器等主要技术来建立基于 SIP 协议的 CSCL 实用系统, 以服务于国家的“三农”政策<sup>[8]</sup>.

### 参考文献:

- [1] Lasse Lipponen. Exploring foundations for computer supported collaborative learning [C]. Proceedings of CSCL 2002.
- [2] 张本成, 李柳柏, 何清林. 多媒体通信协议 H. 323 和 SIP 比较与业务需求分析[J]. 微计算机信息, 2006, 22(8): 22 F 223, 267.
- [3] Gonzalo Camarillo. SIP 揭密[M]. 白建军, 彭晖, 田敏, 等译. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [4] 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.
- [5] 赵建华, 李克东. CSCL 的原理与基本结构(下)[J]. 电化教育研究, 2003, 6: 23-27.
- [6] JOHNSTON A B. SIP: Understanding the Session Initiation Protocol[M]. 2nd ed. Artech House, 2004: 63-65.
- [7] 贺思德, 张美枝. JMF 技术在网络多媒体教学系统中的应用研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2005, 27(5): 392-396.
- [8] 张本成, 范会联. SIP 协议在农村现代远程教育中的应用研究[J]. 计算机系统应用, 2006, 23(8): 44-46, 50.

## The research and design of CSCL system based on SIP protocol

ZHANG Bei cheng<sup>1, 2</sup>, QU Kun<sup>2</sup>

(1. Department of Computer Science, Yangtze Normal University, Chongqing 408003, China;

2. Institute of Computer and Information Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

利用并行算法, 从而可能在有效时间内获得问题解.

#### 4 结语及下一步工作展望

通过本实例的并行程序设计, 我们可以看出在 Windows 环境下基于 PVM 的并行编程很易实现科学计算以及可视化等方面的并行开发.

以上工作也为下一步的工作打下了一定的基础. 我们可以将现有科学计算以及可视化并行算法移植到网格环境中, 将科学计算可视化作为 OGSA 网格体系中的一种网格服务(Grid Service)<sup>[7]</sup>, 从而广大了潜在的同类应用提供服务. 在这方面国内外已经有大量的相关研究, 如美国德克萨斯大学奥斯汀分校的计算可视化中心在 Globus 的基础上以网格服务的形式向用户提供并行可视化服务<sup>[8]</sup>, 浙江大学 CAD & CG 国家重点实验室正在进行的面向网格可视化平台 GVis<sup>[9]</sup> 等都在网格可视化服务研究方面取得了很大的进展.

#### 参考文献:

[1] Barry Wilkinson Michael Allen. 并行程序设计[M]. 陆鑫达, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2002.

[2] 唐泽圣. 三维数据场可视化[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

[3] 南京工学院数学教研组. 数学物理方程与特殊函数[M]. 北京: 高等教育出版社, 1982.

[4] PVM 编程指南[EB/OL]. [2005- 06- 30]. <http://www.longen.org/L-R/detail-r/PVMProgramming.html>.

[5] Winsock RSHD- NT manual[EB/OL]. [2003- 05- 10]. <http://www.dencomp.com/rshdnt.html>.

[6] 杨光亿. 基于 PVM 平台的并行编程技术及其在图像处理中的应用[J]. 计算机工程与科学, 2005, 27(9): 44-46.

[7] FOSTER I, KESSELMAN C. The physiology of the grid: an open grid services architecture for distributed systems integration[J/OL]. [2001- 03- 10]. <http://www.globus.org/papers.html>.

[8] Center for Computational Visualization of University of Texas at Austin. Grid enabled visualization[C]. NPACI All hands Meeting, San Diego, 2003.

[9] 石教英, 赵友兵, 仇应俊, 等. 面向网格的可视化系统研究[J]. 计算机研究与发展, 2004, 41(12): 2 231-2 235.

## PVM based parallel programming technology and its application on visualization of temperature set

ZHOU Ya, JIANG Murong

(Department of Computer Science and Engineering, Yunnan University, Kunming 650091, China)

**Abstract:** It is firstly introduced a method of developing parallel programs based on PVM and then a generalization of Visualization in Scientific Computing and the procedure of rendering of data sets is given. Subsequently, the author designs a parallel program on visualization of temperature set in the VC++ 6.0 visualization integration environment.

**Key words:** Parallel programming; visualization; PVM

\* \* \* \* \*

(上接第 250 页)

**Abstract:** In allusion to the insufficient of the flexibility of the CSnd scalable characteristic of SIP protocol as a signal control protocol, synthetically using the CSCL principle technology, database technology and the multimedia communication technology, it was studied and designed a SIP-based CSCL model system. It was discussed the design of conversation model, the systemic structure of the CSCL system, the design of its resource layer, SIP server and SIP terminal.

**Key words:** computer supported collaborative learning; SIP protocol; SIP server; SIP terminal