

## 基于 XMPP 和 Red5 的网络视频会议系统的研究

樊 军<sup>1</sup> 曾培峰<sup>1</sup> 唐莉萍<sup>2</sup>

<sup>1</sup>( 东华大学计算机科学与技术学院 上海 201620)

<sup>2</sup>( 东华大学信息科学与技术学院 上海 201620)

**摘 要** 视频会议是现代网络通信系统常用的一种会议形式。结合 XMPP( Extensible Messaging and Presence Protocol) 协议良好的可扩展性和 Red5 强大的 Flash 编解码和传输功能,提出基于 XMPP 和 Red5 的网络视频会议系统的实现方法。各个视频会议室的带宽通过服务器端进行管理和分配以及客户端音视频传输质量根据网络状况进行动态调整,这两种方法既保障重要级别会议的带宽需求,也保障其他普通会议音视频信息的流畅传输。系统开发成本低,开发效率高,是一个简便高效的视频会议解决方案。

**关键词** XMPP Red5 Flash 视频会议

中图分类号 TP319 文献标识码 A

## RESEARCH ON NETWORK VIDEO CONFERENCING SYSTEM BASED ON XMPP AND RED5

Fan Jun<sup>1</sup> Zeng Peifeng<sup>1</sup> Tang Liping<sup>2</sup>

<sup>1</sup>( School of Computer Science and Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China)

<sup>2</sup>( School of Information Science and Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract** Video conference is a conventional form of modern network communication system. Combining the scalability of XMPP ( Extensible Messaging and Presence Protocol) and the codec and transmission functions of Red5, this paper proposes a realisation method of video conferencing system based on XMPP and Red5. It includes 2 parts: the bandwidth of each video conference room is managed and assigned by the Server, and the quality of audio and video transmission on client is adjusted dynamically according to network status. This solution can guarantee the bandwidth requirement the important video conferences demand as well as the fluent transmission of audio and video information the other common video conferences need. It is a simple and effective video conference solution with low cost and high development efficiency.

**Keywords** XMPP Red5 Flash Video conference

## 0 引 言

早期的即时通信系统是为了满足人们娱乐的需求,现在是为了提高内部的沟通效率,越来越多的企业用户开始关注即时通信的实时性和高效性。随着计算机技术以及互联网技术的发展,即时通信不仅能进行简单的文字之间的传输,更能实现音频信号和视频信号的实时传输,使用户之间能够跨越物理空间的距离,更加方便快捷地沟通信息和交流信息,达到类似面对面对话交流的效果,视频会议就是这种应用的具体实现。

可扩展消息处理现场协议 XMPP 是一种基于可扩展标记语言 XML 的近端串流式即时通信协议<sup>[1]</sup>。较多的学者对它的应用进行了研究。文献[2]分析了 XMPP 协议的地址规范和数据结构,讨论了 XMPP 协议的工作过程和安全机制,给出了 XMPP 客户端程序设计中要考虑的关键问题。文献[3]中对比分析了 XMPP 协议与其他即时通信协议的体系架构,指出 XMPP 发挥了 XML 的优势。随着 XML 的发展,它的应用会越来越普及。文献[4-6]讨论了 XMPP 协议,给出了基于 XMPP 协议的即时消息系统的应用模型,通过实例给出了设计和实现基于 XMPP 协议的即时通信系统的方法。文献[7]分析了 Red5 流媒体服务器的基本工作原理和技术架构,并通过实例介绍了 Red5 服务器接口的调用方法。文献[8-9]结

合 XMPP 协议的可扩展性和 Red5 的多媒体功能,给出了基于 XMPP 和 Red5 的即时通信系统中点对点视频通信的解决方案。

XMPP 协议是一个开放的基于 XML 的数据模型和协议,采用分布式的网络体系结构,模块化可扩展的系统架构,使得基于它的开发和扩展功能异常简单。但 XMPP 协议的消息传输机制采用基于 XML 格式的字符串,它本身对音视频功能的支持有限。本文提出基于扩展性良好的 XMPP,结合 Red5 强大的流媒体传输功能实现的视频会议系统,设计方案简便高效。

## 1 基本概念

### 1.1 XMPP 协议

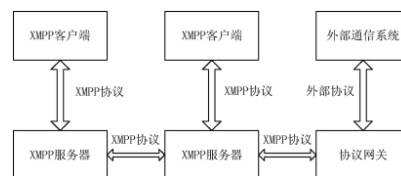


图 1 XMPP 协议系统架构图

收稿日期: 2010-09-10。樊军, 硕士, 主研领域: 视频会议系统, 网络通信技术, 软件工程。

衍生于 XML 的 XMPP 标准协议体系结构如图 1 所示。它是客户端和服务器的系统架构, 从一个客户端到另一个客户端之间的通信必须通过 XMPP 服务器。由于协议的可扩展性, XMPP 协议也可以通过协议网关的转换与非 XMPP 协议的客户端或者服务器进行通信。

在 XMPP 体系中, 每个实体都有相应的 JID( Jabber identifier), 即实体地址。JID 是唯一确定进行即时消息和在线状态通信的独立对象, 也可用来兼容其他的即时通信系统。语法规则为 JID = [节点"@"] 域名 ["/"资源]。

XMPP 协议包括 3 个顶层的 XML 元素: presence、message 和 iq ( info/query)。每个元素都包含属性和名字空间, 这些属性和名字空间属于 XMPP 的组成部分。< presence > 元素确定用户的状态, 比如在线、忙碌、离开等; < message > 包含两个 XMPP 用户之间需要发送的消息; < iq > 管理 XMPP 服务器上任何两个用户间的转换, 允许他们通过相应的 XML 格式的查询和响应。

## 1.2 Red5 流媒体服务器

Red5 是一款采用 JAVA 语言编写的开源的流媒体服务器, 使用 RTMP( Real Time Messaging Protocol) 实时消息传送协议, 把音频( MP3) 和视频( FLV) 转换成播放流; 有实时录制客户端流为 FLV 文件, 共享对象, 实时视频播放, Remoting 等功能。

Red5 作为视频服务器, 具有开发效率高、占用带宽低、传输效率高和开发成本低等优势。

## 1.3 RTMP 实时消息传送协议

RTMP 是客户端和服务器的实时消息传送协议, 是专门为高效传输视频、音频和数据而设计的 TCP/IP 协议。用于 Flash 中的对象、视频、音频传输, 协议建立在 TCP 协议或者轮询 HTTP 协议之上。

RTMP 协议类似一个装数据包的容器, 这些数据可以是 AMF 格式的数据, 也可以是 FLV 中的视/音频数据。一个单一的连接可以通过不同的通道传输多路网络流, 这些通道传输的数据包的大小是固定的。

## 2 视频会议系统概述

视频会议是将分布在不同地点的与会者通过网络将各自的音视频信号传送到其他与会者的计算机上, 使分散在各处的与会者共聚一处, 通过计算机实现与会者声音和视频的面对面交流。

视频会议系统可以通过 MCU( Multipoint Control Units) 硬件设备对声音和视频信号进行专门的混合处理后再传送给各个与会者; 也可以在视频会议系统的服务器端开发专门的音视频编解码模块, 进行声音和图像的处理, 然后再传回给与会者。这两种方式的视频会议系统, 在硬件设备开销方面成本较高, 软件的开发工作量也较大。

本文提出的基于 XMPP 和 Red5 的视频会议系统解决方案, 利用 XMPP 协议的可扩展性, 结合 Red5 视频服务器强大的 flash 流媒体的编解码和传输功能, 实现多人视频会议中声音图像的处理, 能降低开发的工作量, 提高开发效率。

系统采用 C/S 架构, 包括客户端、XMPP 服务器以及 Red5 视频服务器, 如图 2 所示。客户端之间通信必须通过 XMPP 服务器端和 Red5 视频服务器端的中转, 客户端和 XMPP 服务器之

间通过 XMPP 协议交互信息, 客户端和 Red5 服务器之间使用 RTMP 传输协议传输音视频。

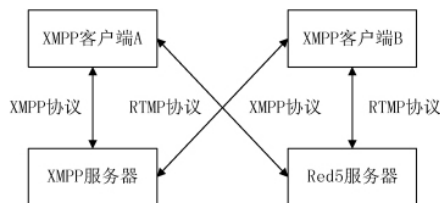


图2 系统架构图

系统的服务器端配置一个 XMPP 服务器和一个 Red5 音视频服务器。XMPP 服务器主要负责处理客户端的登录鉴权、用户的注册和编辑、路由客户端之间的文本消息和各种请求、控制音视频通信。Red5 音视频服务器负责客户端之间音视频的转发和传输。每个客户端将本地的音视频流发布到服务器上, 然后连接服务器播放某个客户端的音视频流。

客户端包括 XMPP 客户端模块和 Flash 客户端模块。XMPP 客户端模块的功能包括点对点的文字、文件、视频传输的控制; 创建和加入多人文字讨论、电子白板、多人视频会议等。Flash 客户端模块负责客户端与 Red5 之间的音视频传输, 用 AS 脚本编写的 flash 发布本地和播放远程音视频流。

## 3 系统实现的关键问题

XMPP 协议支持组聊的消息类型, 在 XMPP 协议基础上创建多人视频会议室非常方便和高效。多人视频会议室中, Red5 视频服务器是客户端之间视频传输的中转站, 每个参加会议的客户端都通过 flash 将本地的音视频发布到 Red5 服务器上, 从 Red5 服务器上获取其他参与会议的客户端发布的音视频流, 在本地客户端上进行混合处理后播放。

系统可以实现点对点视频会议和多人视频会议。在视频会议中, 客户端与服务器的音视频传输方法、音视频传输质量控制是系统实现的关键问题。

### 3.1 客户端与服务器的音视频传输

系统设计的客户端中包括 2 个 flash 模块, 分别是发布本地音视频流的 localVideo.swf 和播放远程音视频流的 remoteVideo.swf。通过在客户端程序中导入 flash 模块, 调用 flash 事件对 flash 中的音视频流进行发布、播放和控制等。

音视频发布: 先在 flash 脚本中建立与 Red5 的连接对象 NetConnection, 调用 NetConnection 对象的 connect 方法与 Red5 服务器建立连接。接着建立传输流的通道 NetStream 串流对象, 通过调用 NetStream 对象的 attachVideo 和 attachAudio 方法, 将视频和音频流追加给串流对象。最后调用 NetStream 对象的 publish 方法将本地的视频和音频以“用户名 + Video/Audio”的名称分别发布到服务器上。

音视频播放: 先在 flash 脚本中建立与 Red5 的连接对象 NetConnection, 调用 NetConnection 对象的 connect 方法与 Red5 服务器建立连接。接着建立传输流的通道 NetStream 串流对象, 然后调用 NetStream 对象的 play 方法播放某个用户的视频和音频。

### 3.2 音视频传输质量的控制

无论是点对点视频会议还是多人视频会议, 客户端与服务

器端如何合理地管理每个视频会议,以减少室消耗音视频服务器的带宽资源,客户端如何根据当前的网络带宽自动调节传输的音视频质量,使在不同的网络带宽下传输流畅的音视频,这些问题在视频会议系统中都非常重要。

#### 1) 音视频传输质量级别定义

客户端将本地的音视频信号实时发布到 Red5 服务器上时,需要占用一定的带宽资源。消耗的带宽由式(1)计算得到:

$$B = W \cdot H \cdot V \cdot c \quad (1)$$

式中  $B$  为消耗的带宽 (bps),  $W$  和  $H$  分别为发布视频的宽度、高度,  $V$  为播放速率 (fps),  $c$  为压缩率。

根据式(1),系统将音视频传输质量分为高清、好、中、低四个级别:

(1) 高清 视频像素为  $320 \times 240$ , 播放速率为 30fps, 压缩率为 100%, 音频捕获频率为 44kHz, 每路所需带宽约为 2.3Mbps。

(2) 好 视频像素为  $240 \times 180$ , 播放速率为 25fps, 压缩率为 90%, 音频捕获频率为 22kHz, 每路所需带宽约为 1Mbps。

(3) 中 视频像素为  $160 \times 120$ , 播放速率为 20fps, 压缩率为 80%, 音频捕获频率为 11kHz, 每路所需带宽约为 310kbps。

(4) 低 视频像素为  $120 \times 90$ , 播放速率为 15fps, 压缩率为 70%, 音频捕获频率为 8kHz, 每路所需带宽约为 111kbps。

#### 2) 视频会议室带宽的管理和分配

每个视频会议室在进行会议时,都需要消耗音视频服务器一定的带宽资源。为了更好地利用服务器的带宽,需要在服务器端对所有的视频会议室进行带宽的分配和管理,有效地使用视频服务器的带宽资源。

当有视频会议室创建或取消时,服务器会重新分配所有会议室的带宽。如果服务器带宽资源已经用尽,或者余下的带宽无法满足新建视频会议室的最低带宽需求,在现有视频会议室结束之前,将无法再创建新的视频会议室。

按照视频会议的重要程度,系统定义高、中、低三个优先级的视频会议室。重要的视频会议级别为高。根据各个视频会议优先级的级别高低分配带宽,优先级高的会议室优先分配更多的带宽以保证音视频的传输质量。

服务器带宽分配算法流程如图 3 所示。

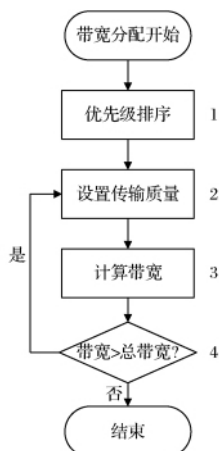


图 3 服务器带宽分配算法

(1) 在服务器端,对所有视频会议室按照优先级由高到低进行排序。优先级相等时按照参加会议的人数排序,人数少的排在前面;

(2) 系统初始化时每个视频会议室中的客户端与服务器之

间传输的音视频质量都设置为“高清”;非初始化时,对末端序列的视频会议室(即优先级最低的会议室)的传输质量下降一个级别;

(3) 根据参加会议的最大人数计算出每个会议室需要的带宽,累加得出总的带宽需求;

(4) 判断带宽需求是否超出服务器总带宽容量。若带宽需求小于服务器的总带宽,则可以满足所有视频会议的带宽需求,带宽分配完成;若带宽需求已经超出服务器的总带宽,则回到第 2) 步,重新设置视频会议室中的客户端与服务器之间传输的音视频质量,直到带宽需求小于服务器的总带宽为止。

#### 3) 客户端传输质量的自动调整

视频会议进行时,客户端需要不断地从本地获取音视频信号,并发布到服务器上。但客户端可能会由于某些原因无法保证网络状况一直处于较好的水平。例如在网络状况不好的情况下继续向服务器传输高质量级别的音视频,就会造成音视频传输不流畅,影响视频会议的质量。为了使视频会议能在网络状况好的时候享受高质量的音视频传输,在网络状况差的情况下能流畅传递信息,需要客户端与服务器之间传输音视频的质量级别具有自动调节功能。

客户端传输质量由客户端的定时器定时自动调整。参与视频会议的客户端在加入视频会议时会创建一个定时器,每隔一定的时间,自动检测本地与视频服务器之间的网络状况,计算网络连接速度,根据计算得到的网速,在不高于服务器给该视频会议室分配的音视频传输质量级别的情况下,自动将音视频传输质量调整到合适的水平。例如,服务器给视频会议室 A 分配的音视频质量级别为“好”,该会议室中的某个客户端在自动调整音视频质量级别时,只能调整为“好”或者以下的级别,不能调整到“高清”级别。

#### 4) 网速检测和计算算法

在视频会议期间,客户端需要定时检测和计算网速,通过在客户端程序中调用 Windows 系统的 ping 命令,先向服务器发送 (Byte) 的数据包,然后记录服务器返回同样大小的数据包的时间 (ms)。由式(2)计算得到每秒钟从客户端到服务器传送数据的比特数:

$$S = \frac{n}{t} \times 8 \quad (2)$$

其中数据包的容量确定,经在 100M 局域网内反复实验测试,如果取发送包小于 500 字节,会造成计算出的网速精度不够,而发送包大于 5000 字节时丢包率就会增大。因此系统发送的数据包根据网络状况自动调节在 500 字节和 5000 字节之间。

## 4 多人视频会议音视频和消息的处理

多人视频会议系统需要处理创建会议室、请求加入视频会议、退出视频会议和关闭会议室等各种消息,进行音视频信息的发布和传播。

### 4.1 新建多人视频会议

客户端 A 需要创建一个新的视频会议室,会向 XMPP 服务器发送请求消息。XMPP 服务器检查当前的剩余带宽能否满足新建视频会议室的最低带宽需求,如果带宽能满足新建视频会议室的需求,则允许新建,并通知所有在线的客户端。客户端 A 收到消息后通过 RTMP 传输协议连接到 Red5 服务器,将本地音视频发布到服务器,其他客户端收到消息则更新会议室列表。

## 4.2 加入多人视频会议

客户端 B 向 XMPP 服务器发送请求加入视频会议室的消息,由 XMPP 服务器进行授权认证,通过后通知客户端 B 验证成功,将会议室中的客户端信息发给 B,同时将 B 参加会议的消息发给会议室中的客户端。客户端 B 在收到验证通过和会议室客户端的消息后,更新会议室用户列表,并通过 RTMP 传输协议连接到 Red5 服务器,通过 Red5 服务器发布本地音视频和获取其他客户端的音视频。其他客户端收到 B 加入会议室的消息,更新会议室用户列表并建立与 B 之间的音视频通信连接。

## 4.3 退出多人视频会议

客户端 B 在向 XMPP 服务器发送请求退出会议室消息的同时自动关闭与 Red5 之间的视频通信连接。XMPP 服务器收到客户端 B 退出请求消息后,通知会议室中的其他客户端,停止与客户端 B 的音视频通信连接。

## 4.4 关闭多人视频会议

会议室创建者 A 向 XMPP 发送关闭请求会议室的消息,同时关闭与 Red5 之间的音视频通信连接。XMPP 服务器收到请求后,通知所有在线客户端该会议室已经关闭。该会议室中的客户端收到会议室关闭的消息后,自动关闭本地与 Red5 服务器之间的音视频通信连接,退出会议室。其他会议室的客户端在他们的会议室列表中删除该会议室。

## 5 结 语

视频会议系统关键是要保证信息的流畅性。本文结合 XMPP 协议良好的可扩展性和 Red5 强大的 Flash 编解码和传输功能,给出了基于 XMPP 和 Red5 的网络视频会议系统的实现方法。提出了音视频传输质量的控制方法,通过服务器端对各个视频会议室带宽的管理和分配,客户端根据网络状况进行动态调整音视频传输质量的策略,在保障重要级别会议的带宽需求的同时,也能保障其他会议在不同的网络带宽下音视频信息的流畅传输。

本文提出的基于 XMPP 和 Red5 的网络视频会议解决方案与其他方案相比,具有开发成本低、开发效率高的特点。并且由于 XMPP 协议良好的可扩展性,可以简便地与其他即时通信协议进行互联互通,达到各种通信系统的统一。在音视频传输方面,利用 flash 流媒体在网络传输方面的优势,降低了音视频传输所需的带宽,提高了系统的可用性。经本文中点对点和多人视频会议实践证明这是一个简便高效的视频会议解决方案并具有很高的实用价值。

## 参 考 文 献

- [1] RFC 3920. Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) [S].
- [2] 杨斌. XMPP 协议分析与应用探讨[J]. 微型机与应用, 2005(8): 32-34.
- [3] 张云川. 标准化的即时通信协议-SIMPLE 和 XMPP 的对比研究[J]. 武汉科技大学学报, 2005, 28(4): 375-377.
- [4] 冯亚军, 宋自林. 基于 XMPP 协议的即时通信系统[J]. 军事通信技术, 2005(26): 36-40.
- [5] 黄勇, 万琴, 黄晓萍. 基于 XMPP 标准的即时消息系统及其应用[J]. 江西科学, 2005, 23(6): 776-780.

- [6] 侯可, 张宏壮. 基于 XMPP 的企业即时消息技术实现[J]. 河北省科学院学报, 2008, 25(3): 24-27.
- [7] 刘璐, 董小国. Red5 Flash 服务器研究[J]. 网络安全技术与应用, 2009(6): 78-80.
- [8] 邹李兵, 王华军, 章三妹. 一种基于 Red5 实现 JabberIM 视频通信的解决方案[J]. 信息通信, 2008(3): 44-47.
- [9] 章三妹. Red5 在 Jabber 服务器视频通信中的应用[J]. 电脑学习, 2009(4): 39-40.

(上接第 221 页)

比较模拟退火和微正则退火,由于其在干扰频点的替换方面采用了较为简单的措施,所以替换频点时产生的盲目性过大,从而模拟退火和微正则退火达到收敛时所需要的运行代数比较多,而本文 NNCell 参数的引入,极大地减小了干扰频点变异时所具有的盲目性,同时又能够很轻松地跳出局部最小,所以本文提出的基于选择性变异的频率分配方法,无论是在收敛代数上还是在收敛率上,均强于模拟退火算法和微正则退火算法。

## 4 结 语

本文详细地介绍了如何将存在于遗传算法当中选择性变异技术加以修正和利用,使之成为一种类似于模拟退火和微正则退火的单个体进化算法,并将其与频率分配问题深度结合。仿真结果表明,该算法无论是在频率资源紧张时,还是在频率资源充裕时,它的优化性能均超过了模拟退火算法和微正则退火算法。因而有必要进一步挖掘该算法的优越性能,以期在通信网络规划中得到更多应用。

## 参 考 文 献

- [1] Duque Anton M, Kunz D, Ruber B. Channel assignment for cellular radio using simulated annealing[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1993, 42(1): 14-21.
- [2] Valenzuela C, Hurley S, Smith D H. A permutation based genetic algorithm for minimum span frequency assignment[C]//LNCS 1498. Berlin: Springer-Verlag, 1998: 907-916.
- [3] Maniezzo V, Carbonaro A. An ANTS heuristic for the frequency assignment problem[J]. Future Generation Computer Systems, 2000, 16: 927-935.
- [4] Jie Hung Lee, Chiu Ching Tuan. A Maximum channel reuse scheme with hopfield neural network-based static cellular radio channel allocation systems[C]//Proceeding of IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Hong Kong, 2008: 3660-3667.
- [5] 李满林, 王玉娜, 杜雷, 等. 蜂窝网络中基于遗传算法的信道分配[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2003, 24(3): 213-216.
- [6] 李满林, 王玉娜, 杜雷, 等. 蜂窝系统中一种固定信道分配方法的研究[J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25(8): 1420-1421.
- [7] 徐俊杰, 折展红. 基于微正则退火的频率分配方法[J]. 北京邮电大学学报, 2007, 30(2): 67-70.
- [8] Sasthi C Ghosh, Bhabani P Sinha, Nabanita Das. Channel Assignment Using Genetic Algorithm Based on Geometric Symmetry[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2003, 52(4): 860-875.
- [9] Seyed A G S, Hamidreza A. A hybrid method for channel assignment problems in cellular radio networks[C]//Proceeding of IEEE WCNC, USA, 2006: 1260-1265.