

基于 SIP 协议的 VOIP 用户代理研究*

谢斌盛,唐作其,张正平

(贵州大学 计算机科学与信息学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 为了解决传统的 VOIP 系统组网复杂、灵活性不佳的问题,对目前的 SIP 技术和 STUN 技术进行了研究。利用 STUN 技术解决了内网 IP 端口到公网 IP 端口转换问题。以开源 Lumisoft SIP 为核心,结合 RTP/RTCP 相关技术,设计了一种基于 SIP 协议的 VOIP UA 用户代理系统模型。实现了通过访问网络上的 SIP 用户代理或者 SIP 音乐服务器,为网络用户提供便捷的网络语音、音乐点播等服务。实验表明,基于 SIP 的 VOIP 网络结构更简单,更灵活。

关键词: 网络语音通信;会话初始协议;NAT 的 UDP 穿越;信号传输;通信软件开发

中图分类号: TN915.04

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)24-0052-04

Research on SIP-based VOIP user agent system

Xie Binsheng, Tang Zuoqi, Zhang Zhengping

(College of Computer Science and Information, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: On the purpose of solving the traditional problems of VOIP system, which are complicated and inflexible. Some newly proposed methods basing on SIP and STUN are studied and made an ideal performances in switching from private IP port to the public IP port. Open-source SIP protocol stacks is the core of this design. Combining with the RTP/RTCP technology, the user agent system prototype is implemented. When call on the subscriber who using the SIP UA or the music server based on the SIP, to provide the VOIP service or online music service conveniently. Test result verified the VOIP network structure based on the SIP is simpler and more flexible.

Key words: VOIP; SIP; STUN; signal transmission; communication software development

会议初始协议 SIP (Session Initiation Protocol) 是下一代网络中的重要协议之一,是 NGN 领域研究的热点。传统的多媒体网络通信基于 H.323 系列,它详细说明了一系列在 Internet 上进行多媒体通信的协议和流程,比较成熟,但是组网复杂,灵活性不佳。相比于 H.323 而言, SIP 主要有以下三点优势:(1)从编码格式的角度来看, SIP 采用文本编码格式,易于解析和调试,实现起来简单容易。(2)从可扩展性的角度来看, H.323 的网关和网守必须在呼叫期间保存呼叫的相关信息,并使用 TCP 传输,需要保存连接状态,大大地限制了它所支持的网络规模。而 SIP 协议报文包含了相关操作的必要信息,实体可以无状态地工作,不需要呼叫信息并且 SIP 支持 UDP 方式,无需保存连接状态。大规模应用时, H.323 会议中的集中式多点控制单元会形成瓶颈,从而影响系

统的性能。(3)从移动性的角度来看, SIP 同时通过代理和重定向功能来支持用户移动性,而 H.323 在这方面的性能较欠缺^[1]。

在本实验中,主要与 SDP (Session Description Protocol)、RTP (Real-time Transport Protocol)、UDP 等协议一起构建了完整的音频通信系统,如图 1 所示。本地 UA 端通过访问其他 SIP 的 UA 端或者 SIP 音乐服务器,实现语音通信和网络音乐点播的功能。

1 SIP 组网模型简介

SIP 网络中有两个要素: SIP 用户代理(UA)和 SIP 网络服务器。UA 主要由负责发起 SIP 请

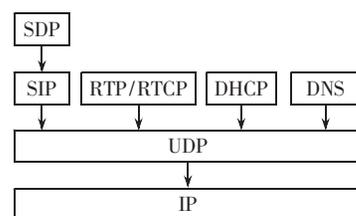


图 1 音频通信系统示意图

* 基金项目: 黔科合 GY 字[2010]3060

网络与通信 Network and Communication

求的用户代理端(UAC)和负责对呼叫请求做出响应的用户代理服务端(UAS)组成。

SIP网络服务器主要由注册服务器(Register Server)、代理服务器(Proxy Server)、位置服务器(Location Server)和重定向服务器(Redirect Server)组成。Register Server用于保存用户数据,为用户提供注册服务,和代理服务器一起为用户提供定位服务。SIP Proxy Server主要负责提供路由功能,根据被叫用户的网络地址,负责将SIP用户请求和响应转发到响应的下一跳。Location Server可以与SIP网络服务器结合,存储用户注册信息和IP地址映射表,提供地址查询服务。Redirect Server提供解析地址服务,类似于DNS,可以将UA目的地址映射成相应格式的用户名^[2]。

2 基于SIP的VOIP UA系统的设计

2.1 系统的整体分析

要实现一个网络音频通信系统,首先初始化系统的音频输入输出设备;然后建立Call,在得到对方确认后,开始实时语音的采集、处理与播放,并且进行可靠地传送和接收,这样PC之间就可以实现音频通信;最后通话结束,摘除Call。呼叫的建立可以通过SIP协议的信令来实现。音频传输采用RTP协议,因为RTP建立于UDP之上,能自动处理分组丢失和交付失序的问题,从而可以确保音频数据以正确的次序提交给用户。另外,RTP还有一个伴随协议RTCP,这个协议主要为会话提供大量的可供交换的信息和关于会话质量的反馈信息。

该UA系统主要分为用户界面层、模块接口层、功能实现层以及底层。其中用户界面层基于VS2010C#开发,包含了程序的入口函数,为应用程序提供交互的图形界面,并且确定了应用程序的整体框架结构;模块接口层是由软件中所调用的各个模块的接口函数组成的;主要屏蔽了所有调用下层模块的细节,提供一些简单的类,便于用户界面层的控件的回调函数调用,来完成具体的注册、call或者call incoming等具体功能;功能实现层是由SIP用户代理模块、媒体流处理模块、系统配置模块和网络配置模块构成;底层主要提供媒体处理流处理提供相应的接口。

2.2 UA间的会话过程

一个成功的SIP UA间的呼叫主要由INVITE和ACK组成。首先利用UA1发送INVITE消息邀请UA2加入会话,同时在请求的末尾包含一条SDP会话的描述,其中包含了音频编码格式等一系列的媒体信息参数。UA2收到该邀请消息后,回复一条Trying消息给UA1,表示其已经收到该请求,并且正在处理这个请求。此时UA2端提醒有一条来自UA1的呼叫(振铃提醒),接着返回给UA1 Ringing响应。UA1收到Ringing时,可以通过铃声的形式提醒UA1。当UA2确认接通后,向UA1发送OK的响应消息后,停止振铃提醒,在OK的消息体中包含了SDP媒体描述。UA1收到OK的响应后,停止铃声提醒,并且向UA2发送ACK确认消息。在UA2收到

ACK消息后,双方开始多媒体对话。通话结束后,假设UA2先摘机,则UA2向UA1发送BYE消息,UA1收到BYE后,向UA2发送OK响应消息,本轮通话结束。UA之间的会话过程如图2所示^[3]。

2.3 STUN技术和实验分析

STUN(Simple Traversal of UDP Through NAT)是由IETF研制的一种UDP对NAT的穿越方式。STUN技术可以穿越大部分的NAT,并且无需改变现有的NAT设备。其主要思想就是私网中的PC终端先通过和公网上的STUN服务器通信,利用STUN服务器返回的信息判断其本地NAT的类型,采用相应的NAT穿越方法,最终获得本地端口在公网上的IP地址和端口^[4]。

判断NAT类型在实现STUN的穿越功能时非常重要,STUN_Client首先要判断本地NAT的类型,针对其类型采用相应的映射方法,才能保证UDP数据包可以顺利地到达目的网络地址完成通信。根据NAT对UDP处理的不同实现方式,目前分为四种类型:(1)完全映射:完全映射的NAT是指所有的来自内部网同一个IP地址和端口的请求报文,都被映射到同一个外部网IP和端口。任何一个外部的主机可以发送消息到内部的主机,只要发送到其映射的外部IP和端口即可。(2)限制映射:与完全映射一样,但一个外部主机(IP地址为U)要发送消息包给内部主机,需要该内部主机先发送消息包给IP地址U作为前提。(3)端口限制映射:端口限制映射与限制映射类似,只是限制的内容包括了端口号。(4)对称映射:一个映射的NAT是指来自内部的IP和端口,发送到同一个IP和端口的请求报文,都将被映射到同一个外部的IP地址和端口。如果内部主机的IP地址和端口相同,但是目标地址和端口不同,将会有不同的映射方式,而且只有收到内部网消息的外部主机,才能够发送消息给内部主机。根据NAT类型可以得出STUN可以解决前三种NAT的穿越,对于第四种,如果通信端处于对成型NAT后,将不能实现穿越,需要采取服务器转发等形式才能实现^[5]。

实验中用了Wire Shark抓包,分析其中一个IP端口的STUN协议包如图3所示。通过STUN服务器发送的数据包可以看出本地的IP和端口是192.168.1.110:21240,STUN服务器的IP地址和端口号是213.192.59.93:3479。通过STUN服务器返回的数据包可以得到本地私网的IP地址以及端口号对应的公网上的IP地址和端口号为117.63.181.58:55012。

2.4 RTP/RTCP技术和实验数据包分析

RTP是用于英特网上针对多媒体数据流传输的一种协议,例如音频和视频等具有实施性质的数据提供端

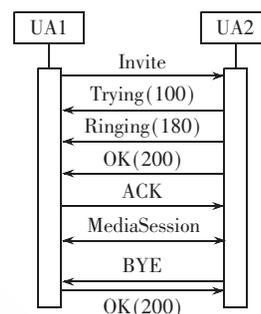


图2 基于SIP协议的UA系统间的通信流程图

网络与通信 Network and Communication



图3 基于STUN技术的协议数据分析图

到端的传输服务。RTP可以在一对一或者一对多的传输情况下工作。其主要作用是提供时间和流的同步。RTP通常使用UDP传输数据。一个RTP会话将使用两个端口,一个给RTP另一个给RTCP。RTP负责媒体数据的实时传输,RTCP负责反馈控制,传输检测。RTP自身并不提供任何保证及时传输的机制,也不保证其他服务的质量,但是可以依赖底层服务进行。它并不保证网络可靠或者预防无序传输,它依靠RTCP监控数据传输质量,进行自适应调整。RTP中包含了序列号,允许接收者重组数据包^[6]。

在本实验系统中,通过RTP/RTCP实现数据流封装发送给下层,依托UDP传输,保证网络的传输速度,RTP传输的网络数据包如图4所示。通过RTP数据序列号,使接收端根据序列号进行排序,保证数据流有序播放。RTP/RTCP有效地解决了UDP传输的数据包的无序性。在RTP会话期间,参与者周期性地发送RTCP包。RTCP包中含有已经发送的数据包的数量、丢失的数据包的数量等统计资料。因此,RTP和RTCP配合使用,通过有效的反馈和最小的开销,使网络的传输效率最佳化,与UDP配合特别适合传输网络上的实时数据。

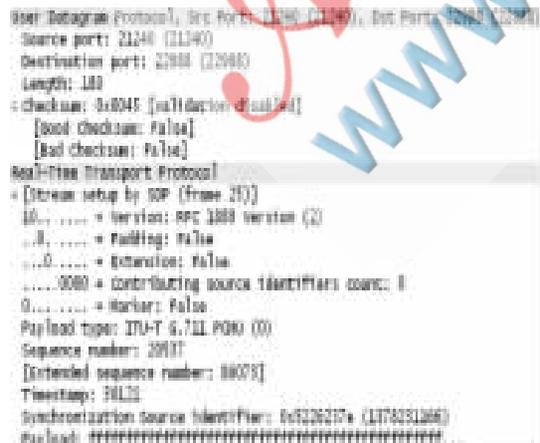


图4 基于RTP技术的协议数据分析图

3 本地UA系统的工作流程和设计

本地UA系统的工作流程主要分为三块:设备和协

议的初始化、呼叫按钮的触发事件以及外来呼叫邀请的Callback事件。

首先主要是协议初始化和设备初始化,本系统采用Lumisoft SIP开源协议,该协议主要针对C#的编程环境,主要提供了SIP的一些接口函数,可以直接调用,自己可以根据需要组合出相应的SIP协议栈。初始化一个SIP栈类并且绑定相应的套接字端口,然后定义收到SIP消息时要触发的事件以及其相应的处理函数。部分关键代码如下:

```
m_pStack = new SIP_Stack(); //初始化 SIP 类
m_pStack.UserAgent="Lumisoft SIP Stack 1.0";
m_pStack.BindInfo=new IPBindInfo[]{new IPBindInfo("
",BindInfoProtocol,UDP,IPAddress.Any,m_SipPort)} //绑定
SIP的IP和端口
m_pStackReceived +=new EventHandler
<SIP_RequestReceivedEventArgs>(m_pStack_
RequestReceived);//触发事件的声明
m_pStack.Start(); //开启 SIP Stack
```

呼叫按钮的触发事件是本系统中由用户触发的模块。其主要分为创建RTP会议,提供SDP,绑定本地IP地址和端口,创建SIP消息并发送。消息体中包含了SDP信息,描述了多媒体通信的相关信息。本实验的SIP会话的INVITE消息分析如图5所示。

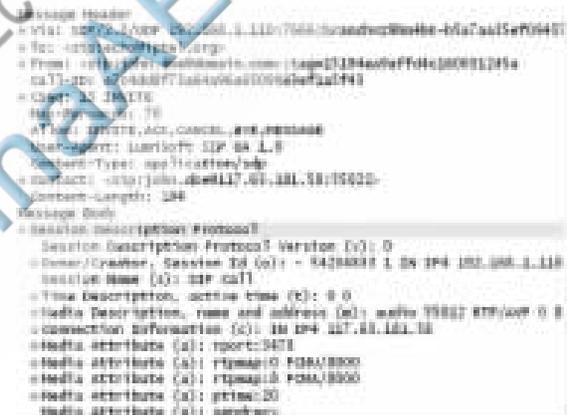


图5 基于SIP技术的协议数据分析图

外来呼叫邀请的Callback事件主要修改当前的SIP协议的会话状态(register、invite、ring、ok等)。当状态变化时,触发事件处理函数,产生相应的SIP消息发送。部分关键代码如下:

```
Public wfrm_IncomingCall(SIP_ServerTransaction invite)
{...
InitUI(); //初始化 UI 界面
m_pTransaction=invite;
m_pTransaction.Canceled+=new
EventHandler(m_pTransaction_canceled);}
//SIP 状态变化触发函数的定义
Private void m_pTransaction_canceled
(objectsender,EventArgs e){...} //定义 SIP 消息状态
```

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 55

网络与通信 Network and Communication

变化的处理函数,产生 SIP 代码并发送

4 基于 SIP 协议的用户代理 UA 系统的实现

本系统在 Windows 平台下,以 .NET Framework 和 LumiSoft 为开发工具完成,通过开发设计,最后的系统运行界面如图 6 所示。本系统将 SIP 协议、STUN、RTP/RTCP 协议等结合到一起,应用界面简洁清楚、使用方便。软件开启,只要输入本地用户名和远端 UA 用户名,或者 SIP 服务器名称,点击 CALL 按钮就可以直接和网络上的 SIP 的 UA 端进行语音通话,或者访问特定的 SIP 音乐服务器,收听音乐。为后续实现基于 SIP 协议的视频会议研究奠定了良好的基础。通过本实验得到结论:基于 SIP 的多媒体通信组网构建比 H.323 灵活,通过简单的 SIP 信令的对话就可以快速实现多媒体通信,并且 SIP 协议基于文本格式,相对于 H.323 更加简单易懂。



图 6 基于 SIP 的 VOIP UA 的运行界面

本文基于 SIP 协议的音频通信的 UA 系统的项目研发实践,详细地阐述了基于 SIP 的 VOIP 的 UA 的设计和所涉及的关键技术和难点。对于本系统,提出几点不足及后续研究应该改进的方向:首先没有完善 SIP 服务器的注册机制;其次 STUN 技术对于在对称型 NAT 之后的 UA 无法实现穿越,需要结合服务器转发等形式加以弥

补。随着 SIP 技术的广泛应用,相信未来基于 SIP 多媒体会话技术将会有更好的发展和更广泛的市场。

参考文献

- [1] 张智云.SIP 协议及其应用[M].北京:电子工业出版社,2005:89-93.
- [2] 杜吉友,董德存.基于 SIP 的多媒体通信系统安全技术[J].数据通信,2004,10(2):340-350.
- [3] 范文,梁满贵.基于 SIP 协议栈的用户代理的设计与实现[J].微计算机信息,2007,23(21):15-16.
- [4] 严军.NGN 网络业务穿越 NAT 探讨[J].世界电信,2003(11):110-130.
- [5] ROSENBERG J.J WEINBERGER.STUN-Simple traversal of user datagram protocol through net work address translators (NATs)[S].RFC3489,2003.
- [6] SCHULZRINNE H,CASMER S,FREDERICK R,et al.RTP:a transport protocol for real-time applications[S].RFC3550,2003.
- [7] LumiSoft.net.help[EB].http://www.lumisoft.ee/lswwww/download/downloads/Net/Help/Index.aspx,2008.

(收稿日期:2011-08-25)

作者简介:

谢斌盛,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:计算机网络通信。

唐作其,男,1979年生,讲师,硕士,主要研究方向:通信软件设计。

张正平,男,1964年生,教授,博士,主要研究方向:信号处理与检测,微波通信。