

基于 JXTA 的 P2P-SIP 软电话原型设计与实现

蔡则高¹ 张春悦¹

摘要

会话初始协议(SIP)已经成为一种标准,而随着 P2P 技术的日趋成熟,SIP 和 P2P 的结合已经成为一种趋势.介绍了一个基于 JXTA 的 P2P-SIP 原型系统,主要描述了 P2P-SIP 系统的基本原理,分析了呼叫流程和系统结构,给出了实现的主要代码以及测试结果.

关键词

P2P;SIP;JXTA;P2P-SIP

中图分类号 TP273

文献标志码 A

0 引言

Introduction

随着 IP 技术的不断发展和 VOIP^[1] (Voice Over Internet Protocol) 技术的提出,数据网络通信已经开始融入传统的话音业务.在目前 VOIP 技术中广泛采用的是会话初始协议(Session Initiation Protocol, SIP)^[2-4],该协议是下一代网络和软交换技术的一个重要发展方向,已成为目前研究和应用的热点. Peer-to-Peer(P2P)^[5] 网络是一种具有较高扩展性、没有明确中央节点的分布式系统拓扑结构,它相对而言就不具有网络瓶颈、维护服务器等相关问题,还具有健壮性好、容错能力强和扩展性高等特点.

传统 SIP 网络采用 Internet 的客户机/服务器工作方式,主要包含用户代理和网络服务器两类实体. SIP 协议是一种有状态的协议,在不可靠 IP 网络上控制会话的建立、修改和终止.传统 SIP 网络也可被看成是预设一些固定超级节点(SIP 服务器)的 P2P 系统,但它是基于 DNS 查找而不是哈希值.采用纯 P2P 框架可以提高现有 SIP 网络的可靠性、自组织性,能动态适应节点的单点失效.因此结合 SIP 标准与 P2P 网络架构的优点,充分发挥它们各自的优势,建立一个全新架构的 VOIP 网络会话模型,对于 VOIP 技术的发展具有现实意义.

关于 P2P 技术和 SIP 协议有效结合的研究主要有两个方面:P2P-over-SIP 和 SIP-over-P2P.前者是通过扩展信令,使用 SIP 信令来构建 P2P 网络,并且利用已有的 SIP 信令来简化 P2P 节点之间的消息传递.例如使用 SIP 的注册请求来加入 P2P 网络,使用其他请求和回应 P2P 网络中进行通信,但它会增加 SIP 协议本身的负载和延迟,不利于系统的扩展;后者是以 P2P 网络来承载 SIP 消息的传输.传统的 SIP 消息是承载在 TCP 或者 UDP 数据包里,使用 DNS 服务来进行定位.而近些年研究较多的基于 DHT 的 P2P 网络可以提供很好的资源定位和数据传送服务,所以一些学者也开始研究基于 SIP-over-P2P 的模型.从这两种方式对比来看,P2P-over-SIP 需要对 SIP 协议做较多的扩展,而且基于 SIP 的 P2P 系统和当前的 P2P 系统之间很难相互兼容,实现这样的系统比较困难;SIP-over-P2P 只需要把 SIP 消息封装在已有 P2P 系统的消息里传送,而且可以和已有的 SIP 系统兼容.有鉴于此,本文选择使用 SIP-over-P2P 来实现 IP 电话系统,并将之称为 P2P-SIP 系统.

收稿日期 2010-01-09

作者简介

蔡则高,男,硕士生,主要研究方向是计算机网络 P2P、SIP. y081733@njupt.edu.cn

¹ 南京邮电大学 软件学院,南京,210003

JXTA^[5-6] 正是这样一个开放、对等的平台,可为构建 P2P 网络提

供基本应用服务. 基于 JXTA 实现 SIP 通信, 可令组网更灵活, 集中服务器设备更少, 网络维护费用更低, 比 Skype 更易与其他软交换设备或者 PSTN 互通. 其网络模型如图 1 所示.

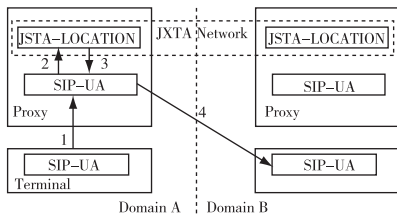


图 1 网络模型

Fig. 1 Network model

为了能够很好地支持传统 SIP 网络中的网络设备, 在 JXTA 网络中提供一种基于 SIP 位置服务的 JXTA-LOCATION. 在 JXTA 网络运行过程中, 表面上看是 SIP 实体之间的通信, 实际上是 JXTA-LOCATION 在通信(图 1, 箭头 2, 3). 在 JXTA 网络中, 通过 JXTA-LOCATION 的 SIP 代理服务器能够发现目标 SIP-UA (SIP-User Agent), 不需要更多的 SIP 网络设备就能够直接转发消息, 这样就可以减少会话建立的时间(图 1, 箭头 1, 4).

1 JXTA 的基本概念及功能

Concepts and function of JXTA

在 JXTA 网络中, 主要有 7 个实体.

1) Peer(对等机). Peer 是一个虚拟的通信点, 与特定的网络服务联系紧密. 在 JXTA 的参考实现中, Peer 可以使用网络提供的基本服务, 例如 Rendezvous(集合点服务)、Router(路由服务)、Gateway(网关服务)等, 这些基本服务又可以提供搜索和通信服务.

2) PeerGroup(对等组). 对等组是一种组织 Peer 并且发布组内的特定服务的方式. 对等组可以被创建、加入和退出, 在一个组里还可以更新一个组成员的关系. 由于一些原因, 对等组需要对成员关系进行一些限制, 例如为了通信的安全、隐私的考虑等.

3) Endpoint(端点). 在 JXTA 应用中, 端点是最基本的通信方法, 一个端点就是实现了特定通信协议的 Peer 的地址, 一个 Peer 可以有多个端点, 可以通过不同的协议来与其他 Peer 通信. 端点不一定是物理地址, 也可以允许物理地址发生变化, 一个简单例子就是一个 IP 地址加上一个端口. 通过使用这些值, 可以打开一个流并且与目标 Peer 通信. JXTA 在流的基础之上又放置了一层, 称之为 Pipe(管道). 通过使

用多种协议, Peer 可以提供更有效率的方法.

4) Pipe(管道). 管道是 Peer 之间的虚拟通道, 是 JXTA 最基本、最重要的特性. 它提供了一种很好的方案, 使得 Peer 在大多数网络情况下都可以通信, 而不用去管防火墙或者其他的障碍, 即使不知道另外一个 Peer 的位置以及它所使用的协议等信息, 通过管道仍然可以与之通信. 管道作为一种抽象的方法, 隐藏了一些细节, 比如在多个连接的时候可能会有多个 Peer 参与进去, 管道也可以重新定位, 找到原来的 Peer.

5) Advertisement(广告). 一个广告就是一个 XML 文档, 它用来描述 JXTA 的消息、Peer、对等组或者服务等. 广告都遵守编码、标签和内容的标准, 广告用来交换 JXTA 网络上可以获得任何信息. Peer 使用一种叫做集合点(Rendezvous)的特殊 Peer 来发现网络上其他地方的广告. 集合点 Peer 可以存储广告并且支持搜索.

6) Message(消息). 在 JXTA 中, 有两种方式来处理消息. 一种是使用 XML 格式, 数据都遵循 XML 标准被包装到消息里; 另外一种是使用二进制格式. 尽管希望对所有的 JXTA 消息都使用 XML 格式, 可是由于大量的消息需要传送, 使用 XML 格式的消息会导致效率较低, 而且由于消息通常是在程序之间传送的, 所以可以将规范的消息内容使用二进制的格式, 而对于其他的消息仍然采用 XML 格式.

7) Rendezvous Peer(集合点). 一个集合点首先是一个 Peer, 而且是一个能够处理来自其他 Peer 请求的 Peer. 集合点也可以将请求委托给其他 Peer, 当然那些 Peer 也必须是集合点. 使用集合点的一个主要目的就是为了方便在本地网络之外搜索广告. 集合点通常拥有更多资源, 并且可以存储大量的有关它周围 Peer 的信息. 集合点可以作为搜索的传递者, 也可以转发发现请求到其他的集合点(原集合点通过与其他 Peer 的广告交互而得到了被转发集合点的信息).

另外, JXTA 由 6 个协议组成, 这些协议是专为特定的、分布式的、对等的网络计算而设计的. 使用这些协议, Peer 可以互相合作来建立自我组织、自我管理的对等组, 而不必关心它们在网络中所处的位置(在网络边缘或者防火墙的后面), 并且也不需要集中的管理机构. JXTA 的核心协议如下:

1) 对等机发现协议 (Peer Discovery Protocol, PDP). 主要用来发布自己的广告信息, 并且从其他 Peer 处获得广告.

2) 对等机信息协议 (Peer Information Protocol,

PIP). 用来获得其他 Peer 的状态信息,包括更新时间、状态等.

3) 对等机解析协议 (Peer Resolver Protocol, PRP). 允许 Peer 发送更一般的请求,并可以接收到该请求的回应,还可以将请求分发到组内的一个或者多个匹配的处理器的.

4) 端点路由协议 (Peer Endpoint Protocol, PEP). 通过该协议 Peer 以发送消息的形式获得一条路由路径.

5) 集合点协议 (Rendezvous Protocol, RVP). 通过该协议 Peer 可以对一个服务订阅或者被订阅.

2 呼叫流程

Call process

SIP 软电话系统中的呼叫是通过 Invite 邀请、成功响应和 ACK 确认请求的 3 次握手来实现的. 当主叫用户代理要发起呼叫时,它构造一个 Invite 消息,并发送给被叫;被叫收到邀请后决定接受该呼叫,就回送一个成功响应(状态码为 200);主叫方收到成功响应后,向对方发送 ACK 请求;被叫收到 ACK 请求后,呼叫成功建立.

呼叫的终止通过 Bye 请求消息来实现. 当参与呼叫的任一方要终止呼叫时,它就构造一个 Bye 请求消息,并发送给对方;对方收到 Bye 请求后,释放与此呼叫相关的资源,回送一个成功响应,表示呼叫已经终止.

本系统在传统的 SIP 呼叫之前通过 JXTA 定位查询功能定位被叫用户所在机器的 IP 地址,而后的呼叫流程和 SIP 呼叫一致. 呼叫过程如图 2 所示.

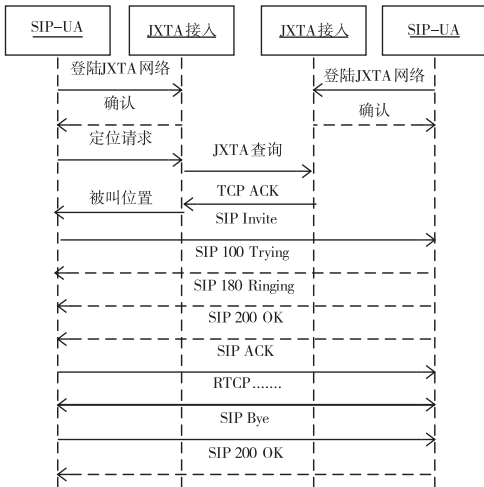


图 2 呼叫流程
Fig. 2 Call process

3 设计与实现

Design and implementation

图 3 是一个基于 JXTA 的 P2P-SIP 终端原型系统的系统结构,主要由 3 个模块组成,分别为用户接口模块 (User Interface, UI)、JXTA 接入模块和 RTC (Real-Time Communication) 模块. UI 模块为用户提供了操作界面,通过用户操作调用 RTC 模块来接入 JXTA 网络. RTC 模块提供了用于连接的 SIP 信令和进行语音视频通信的接口函数. JXTA 接入模块提供了通告的发布和用户定位等接口函数. JXTALib 为 JXTA 适配模块提供了 JXTA 初始化、通告发布、资源查询的接口函数.

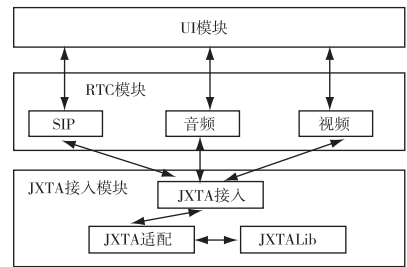


图 3 系统结构
Fig. 3 System structure

本系统采用了 JXTA 的 PDP 协议,它用于发布和发现任何可用的网络资源. 任何网络资源都由通告来表示,资源可以是对等体、对等组、管道、模块或其他任何资源. JXTA 中的 DiscoveryService 接口实现了 JXTA 发现服务. 设计程序使用该接口的 getRemoteAdvertisements() 方法寻找本 JXTA 网络中未缓存的通告. 代码如下:

```

while( true) {
    System.out.println(" Sending a Discovery
        Message");
    Startnet.discovery.getRemoteAdvertisements(
        null,DiscoveryService.ADV,
        " Name",Uri,1,this);
    break;
} // break 跳到这里
  
```

其中类 Startnet.java 主要用来启动 JXTA 网络,其主要的实现代码如下:

```

manager = new NetworkManager(
    NetworkManager.ConfigMode.ADHOC,
    "DiscoveryServer",
    new File(new File(".cache"),
        "DiscoveryServer").toURI());
  
```

```
manager.startNetwork();
```

```
PeerGroup netPeerGroup = manager.getNetPeerGroup();
```

```
discovery = netPeerGroup.getDiscoveryService();
```

主类是 Server.java, 在其 main 函数里调用 Startnet.java 中的 startn() 函数来启动 JXTA 网络, 代码如下:

```
Startnet.startn();
```

另外有一个类 Publish.java, 调用了 remotePublish() 方法向发现服务对等组内部的其他对等体提供可用的新通告. 其代码如下:

```
Startnet.discovery.publish(pipeAdv, lifetime, expiration);
```

```
Startnet.discovery.remotePublish(pipeAdv, expiration);
```

RTC (Real-Time Communication Client API) 是微软公司提出的针对即时通信的一套 API. RTC 使用了标准的协议进行通信, 如 SIP、RTP 等, 互通性好. 此外, RTC 封装了 NAT 等网络层互通功能, 有利于促进即时通信客户端原型系统的快速开发. 针对 P2P-SIP 应用, RTC 的基本代码模型为 COM, 用于通信的对象包括 Client、Session 和 Participant 对象. Client 对象实现 IRTCClient 接口, 它决定允许的会话类型, 识别首选音频和视频设备、媒体类型, 还用于创建和访问其他对象. Session 对象通过 IRTCClient::CreatSession 窗法创建, 用于管理会话, 此对象实现 IRTCSession 接口, 该接口用于启动、应答或终止会话、添加参与者以及进行其他会话管理; Session 对象也支持 PC-to-PC, PC-to-Phone, Phone-to-Phone 等所在会话类型. Participant 对象通过 IRTCSession::AddParticipant 方法创建, 包含所有与会话参与者有关的方法, 涉及参与者的标识名和当前状态. 通过上述接口, SIP 应用可以方便建立会话、修改会话和终止会话, 以及配置相关设备和实现会话管理.

图4、图5、图6分别是主叫用户登陆界面、主叫用户呼叫请求界面以及被叫用户接受呼叫请求界面.

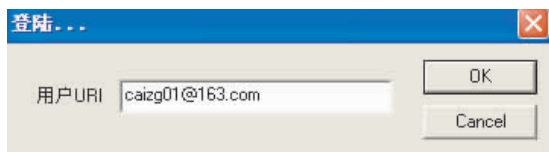


图4 注册界面

Fig. 4 Interface of register

4 功能测试

Functional test

运行和测试硬件环境: 带有麦克的 PC2 台,

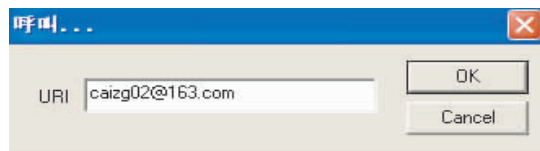


图5 发送呼叫请求界面

Fig. 5 Interface of sending request

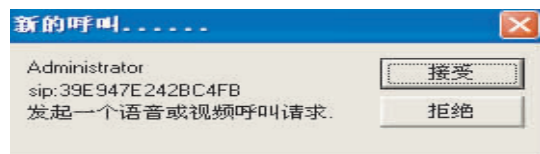


图6 接受呼叫请求界面

Fig. 6 Interface of receiving request

TPLink 路由器 1 台, 超 5 类双绞线 2 根.

运行和测试软件环境: Windows XP, lombos-eclipse-3. 2, JSDK1. 5. 0, jxse-lib-2. 5, Microsoft Visual C++ 6. 0, Microsoft RTC Client API v1. 2 SDK.

为了描述的方便, 分别称 2 台 PC 为 PC1、PC2. 主叫用户 caizg01@163.com 位于 PC1 上, 其 IP 为 192. 168. 1. 4; 被叫用户 caizg02@163.com 位于 PC2 上, 其 IP 为 192. 168. 1. 3. 在启动 2 台 PC 的 JXTA 网络后, 2 个 SIP-UA 分别登录上对应的 JXTA-Proxy, 可以在 PC1 后台看见如下输出:

字符串是 caizg01@163.com 192. 168. 1. 4

```
Publishing the following advertisement with lifetime:120000
expiration:120000
```

```
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"? >
<! DOCTYPE jxta:PipeAdvertisement >
<jxta:PipeAdvertisement xml:space = "default" xmlns:jx-
ta = "http://jxta.org" >
<Id > urn:jxta;uid-59616261646162614E50472
050325033B1C1F57821334395A955F8802092755304 </Id >
<Type > JxtaPropagate </Type >
<Name > caizg01@163.com </Name >
<Desc > caizg01@192. 168. 1. 4 </Desc >
</jxta:PipeAdvertisement >
```

当 2 个 SIP-UA 分别登录上对应的 JXTA-Proxy 后, 主叫用户对被叫用户发起呼叫请求, 主叫用户后台输出如下:

字符串是 caizg02@163.com

2010-1-5 11:11:45

```
net.jxta.impl.endpoint.tcp.TcpMessenger <init >
```

```
信息:Connection from 192. 168. 1. 3:1318
```

```
[ Got a Discovery Response[1 elements] from peer:jxta://
uuid-59616261646162614E504720503250
```

```

332130497D01764F9A838BC4735DA91E3603 ]
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"? >
<! DOCTYPE jxta:PipeAdvertisement >
<jxta:PipeAdvertisement xml:space = "default" xmlns:jx-
ta = "http://jxta.org" >
<Id >urn:jxta:uuid-59616261646162614E50472
050325033A66C00FB56224B7FA6C4BDBAB00BD1F0
04 </Id >
<Type >JxtaPropagate </Type >
<Name >caizg02@163.com </Name >
<Desc >caizg02@192.168.1.3 </Desc >
</jxta:PipeAdvertisement >
查询结束
当被叫用户接收到主叫用户呼叫请求后,被叫
用户的后台输出如下:
2010-1-5 11:11:21
net.jxta.impl.endpoint.tcp.TcpMessenger <init >
信息:Creating new TCP Connection to:
tcp://192.168.1.4:9701 / 192.168.1.4:9701
Publishing the following advertisement with lifetime:120000
expiration:120000
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"? >
<! DOCTYPE jxta:PipeAdvertisement >
<jxta:PipeAdvertisement xml:space = "default" xmlns:jx-
ta = "http://jxta.org" >
<Id >urn:jxta:uuid-59616261646162614E50472
0503250331DFEFC035A634B9884688F849F136C8204 </Id >
<Type >JxtaPropagate </Type >
<Name >caizg02@163.com </Name >
<Desc >caizg02@192.168.1.3 </Desc >
</jxta:PipeAdvertisement >

```

当被叫用户点击“接受”按钮便可以进行语音或者视频通信了。

5 结语

Summary

本系统充分利用了标准的 SIP 协议和日趋成熟的 P2P 技术实现了基于 JXTA 的 P2P-SIP 软电话原型系统. 对于系统的许多高级服务和体系结构的性能(可扩展性、健壮性、呼叫时延和安全性等)还需进一步研究和测试.

参考文献

References

- [1] 舒华英,李勇. VoIP 技术与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003
SHU Huaying, LI Yong. VoIP technology and application[M]. Beijing: People's Posts & Telecom Press, 2003
- [2] 白建军,彭晖,田敏,等. SIP 解密[M]. 北京:人民邮电出版社,2003
BAI Jianjun, PENG Hui, TIAN Min, et al. SIP demystified[M]. Beijing: People's Posts & Telecom Press, 2003
- [3] 张智江,张云勇,刘韵洁,等. SIP 协议及其应用[M]. 北京:电子工业出版社,2005
ZHANG Zhijiang, ZHANG Yunyong, LIU Yunjie, et al. SIP protocol and application[M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2005
- [4] Rosenberg J. SIP: Session initiation protocol, RFC3261[S]. IETF, 2002
- [5] 许斌. JXTA Java P2P 网络编程技术[M]. 北京:清华大学出版社,2003
XU Bin. JXTA Java P2P network programming technology[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003
- [6] Sun Microsystems. JXTAv2.0 protocols specification[M]. America Sun Microsystems Inc, 2007

Design and implementation of P2P-SIP soft-phone prototype system based on JXTA

CAI Zegao¹ ZHANG Chunyue¹

¹ College of Software, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003

Abstract The Session Initiation Protocol(SIP) has become a standard protocol in use. With the maturation of P2P technology, it has been a trend to transfer peer-to-peer(P2P) concepts to SIP. This paper introduces a JXTA based P2P-SIP prototype system, mainly describes its basic principle, analyzes the call process and system structure, presents the main code, and finally verifies its function.

Key words P2P; SIP; JXTA; P2P-SIP