

# 基于 JXTA 的 P2P 文件共享系统<sup>①</sup>

## JXTA-Based File Sharing System

苗 坤 张 毅 左 娟 (重庆大学 软件学院计算机软件与理论 重庆 400044)

**摘要:** 在 P2P 技术的研究领域里, JXTA 作为一种新的解决方案正日益受到业界的关注, 它为对等应用实现了底层的基础服务, 开发人员可直接在其之上建立应用。本文分析了 JXTA 技术的体系结构及其核心协议, 并通过构建 P2P 文件共享实例, 深入研究了利用 JXTA 技术实现 P2P 文件共享系统的方法。

**关键词:** JXTA P2P 文件共享

P2P 技术是目前计算机技术中的研究热点之一, P2P 的出现, 避免了对 C/S 等模式对服务器的依赖<sup>[1]</sup>。但这些应用软件采用了不同的开发平台, 提供不同的服务, Sun 公司推出 JXTA, 致力于创建一个通用的平台。该技术的主要目的是帮助开发面向各种 Internet 平台和网络应用程序。JXTA 是独立于编程语言和系统平台, 实现和集成各种 P2P 服务和协议, 使各种各样的设备的 P2P 服务可以方便的协同工作。

### 1 JXTA 核心技术

JXTA 是六个协议的三层体系结构的集合, 如图 1 所示, 它连接那些已经发布自身资源的对等点, 将它们以集合的方式组织起来, 形成一个逻辑网络<sup>[2]</sup>。

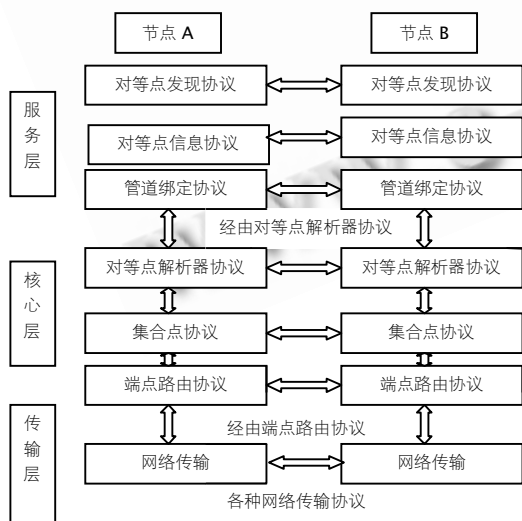


图 1 JXTA 网络的三层体系结构与主要协议

#### (1) 服务层协议

包括对于 P2P 网络非必需的、但通用的功能, 如查找、共享、索引、代码缓存和内容缓存等机制。该层的主要协议有: 对等点发现协议、对等点信息协议和管道绑定协议。

①对等点发现协议(Peer Discovery Protocol, PDP), 主要用于发现任何已发布的广告信息(包括服务广告、管道广告等), 并从中发现资源。

②对等点信息协议(Peer Information Protocol, PIP), 对等点用该协议来获得其它对等点的性能、状态信息。

③管道绑定协议(Pipe Binding Protocol, PBP), JXTA 服务使用解析器或者管道与其它对等点进行通信, 这两种方式是网络传输端点的抽象, 管道使用前须与端点进行绑定。

#### (2) 核心层协议

核心层封装了基于 JXTA 的系统中基本的组成构件, 包括对等组和用于网络传输的管道和消息等, 以及对等点发现、通信、监视和相关的协议。该层中包含的协议有: 对等点解析器协议、集合点协议和端点路由协议。

①对等点解析器协议(Peer Resolver Protocol, PRP), 允许对等点向一个或多个其它对等点发送查询请求, 并接收到对该请求的回应。

②集合点协议(Rendezvous Protocol, RVP), 该协议定义对等点在组内如何接收和发送消息, 规定消

① 收稿时间:2008-07-30

息如何传播。

③ 端点路由协议(Endpoint Router Protocol, ERP), 对等点通过该协议以发送消息的形式获得一条路由路径。

### (3) 传输层

由于 JXTA 使用了端点来表示任何能够发送 JXTA 消息的物理实体, 使用管道这一抽象概念来使用端点, 任何能够发送和接收 XML 消息的通信协议都是合格的端点协议, 管道的引入使任意对等点之间进行信息交换时不需要考虑通信协议的不同。

## 2 文件共享应用程序的构建

### 2.1 共享文件发布模块的设计与实现

本系统是基于架构在公网上的用于单位内部人员进行资料文件共享和传输的应用程序, 属于内部专用系统, 在公司现有基础上不添加任何硬件设备, 依靠专有设备来解决安全问题。下面分析如何利用 JXTA 技术来实现 P2P 文件共享系统。系统最主要的两个功能模块分别是: 文件共享发布和资源检索下载。以下将分别对这两个模块的设计实现方案与实现进行分析讨论。

#### 2.1.1 文件发布模块的设计

JXTA 提供了资源的发布的功能。在本系统中, 若一个节点添加一个共享文件, 首先找到要添加的文件, 并且将该资源的属性储存到 ArrayList 类型的变量中。每一共享的文件都有一个与之相应的共享文件广告, 每个对等体将通过查询共享资源的节点的共享广告来获取共享信息。共享资源的广告采用 XML 格式, 如下所示:

```
<xs:element name="fileAdvertisementInfo"
type=jxta:fileAdvertisement"/>
<xs:complexType name=" fileAdvertisement
">
<xs:sequence>
<xs:element name="type" type="xs:string"/>
<xs:element name="cid, type="jxta:CID"/>
<xs:element name="type" type="Mimetype"/>
<xs:element name="length" type="longint"/>
<xs:element name="description"
```

```
type="string"/>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element name >
```

然后使用 Message 类将其封装成消息发送, 进行封装消息的构造函数代码如下:

```
StructuredDocument
sd=StructuredDocumentFactory.newStructuredD
ocument(mimeType, " fileAdvertisementInfo ");
Message msg=new Message();
msg.addMessageElement(new
InputStreamMessageElement("Message",mimE
T
ype,sd.getStream(),null));
```

#### 2.1.2 发布模块的实现

发布模块实体类 (FilePublisher) 的设计的简要说明如下: 在此类中变量设置变量 belongToGroup 为当前节点所在的组, 变量 file 为当前用户共享文件, 变量 fileInfo 对应 file 中每个共享文件发布的详细信息字符串数组, 变量 filePipeAdv 为每个发布文件对应的可以提供上传的管道广告, service 为当前组内提供的服务。方法 createPipeAdv() 根据发布的文件为当前组内提供的服务。方法 createPipeAdv() 根据发布的文件提供管道, 方法 publishFile() 将用户提供的共享文件进行发布。方法 getPublishedFile() 供客户端代码调用, 得到发布的共享文件信息。

### 2.2 文件检索下载模块的设计

#### 2.2.1 检索下载模块的设计

P2P 文件共享的主要目的就是能让我们共享更多的资源。然而在 P2P 系统中, 资源数目与主机数量的增加是分不开的。但传统的 BFS 算法, 随着网络规模的扩大将出现一个临界点。如果主机个数超过这个临界点, 现有资源的可用性下降。下面讨论传统 BFS 算法, 并将其改进并应用在系统中。首先将每一个资源分配一个 ID 进行标识并将该搜索请求仅仅定期的发送给它的邻对等集合点<sup>[3]</sup>, 并对每次的搜索请求设置超时时限和重复发送次数<sup>[4]</sup>。如果命中, 则有集合点将发送请求转发给资源拥有者, 与请求者之间建立连接。如果没有命中, 则使用随机转发方法, 将自己的搜索消息复制转发给自己列表中的若干随即选择的邻

集合点<sup>[5]</sup>。若集合点仍然没有命中,则检查搜索消息中 TTL 值是否衰减到 0,若为 0,丢弃该搜索消息,停止转发。若不为 0,则进一步进行转发。直至发送请求的节点请求超时或者已达最大重发次数。整个过程如图 2 所示。A 节点发送搜索请求消息至它最近的 RDV1 集合点,则由 RDV1 集合点首先查询本地文件共享索引,若在本地索引中查找到 F 节点拥有该资源,RDV1 集合点并将搜索请求发送给节点 F,由 RDV1 集合点将路由信息转发给节点 A,由节点 A 和 F 建立连接进行文件的传送,若 RDV1 集合点本地索引没有该共享信息,则由 RDV1 继续将消息转发给邻近的 RDV2 集合点和 RDV4 集合点,RDV2 集合点和 RDV4 集合点将搜索各自的本地索引,若在 B 点命中,由 RDV1 集合点和 RDV4 集合点提供路由信息,在节点 A 和节点 B 之间建立连接。否则继续转发到 RDV3 集合点,若在 RDV3 集合点 TTL 值衰减为 0,则丢弃该消息。若不为 0,则继续在 JXTA 网络中转发搜索请求,直至搜索到该资源,否则直至发送请求超时,返回由节点 A 按照重复次数设置进行重发,继续搜索。

在传输文件数据时,本系统使用 JxtaSocket 进行数据传输。JXTA 套接字 (JxtaSocket) 是建立在管道的基础之上的,所以首先建立输入输出管道,然后在此基础上建立套接字。管道是 JXTA 中对等节点之间传输数据的通道。在 P2P 网络中,连接不一定是直接的,可能存在路由节点对消息的转发。而 JXTA 管道对开发人员隐藏了底层网络的所有细节,它为开发人员在网络底层的 IP 和路由之上建立了一个逻辑上的连接机制,所以不必关心底层网络传输的细节,而将注意力集中于节点与节点之间的逻辑连接上<sup>[6]</sup>,管道连接的过程如图 3 所示。

JXTA 管道按功能可分为输入管道和输出管道。管道将两个节点连接起来,输入管道接收来自另一个节点输出管道发送的消息。管道之间要进行通信,一个输入管道所使用的管道广告应该和一个输出管道所使用的管道广告相一致。

在创建了一个输出管道后,JXTA 会自动解析创建了响应输入管道的节点 IP。本系统传输模块采用如下解决方案,创建一个管道广告,将管道广告在对等组内发布。当远程节点发送消息时,必须先搜索本地节

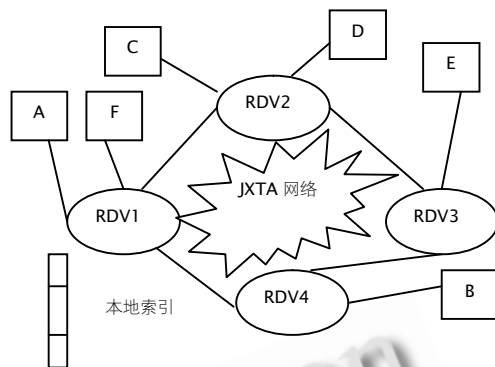


图 2 节点的搜索请求过程

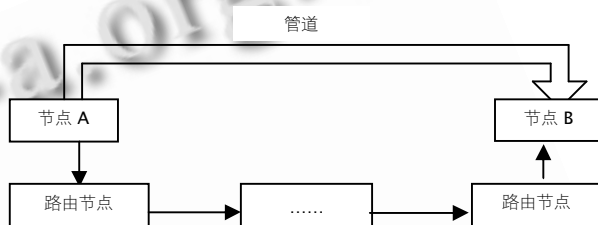


图 3 使用管道进行通信

点的管道广告,根据此广告创建管道。

```

PipeCreator pc=new PipeManage(myShare
Group);
String pipeName = myPeer.GetID();
String description = "Input Pipe" ;
InputPipe myInputPipe=pc.createInputPipe
(pipeName,description,PipeService.UnicastType,t
rue);

```

输入管道一经创建后,JXTA 将生成一个对应的管道通告,并发布到 JXTA 网络中。远程节点根据搜索到的输入管道广告创建输出管道与之绑定的函数如下所示:

```

Public OutputPipe createOutPipe(PipeAdver
tisement adv, int timeOut){
PipeService ps = myShareGroup.getMyShareGroup().
getPipeService();
OutputPipe outPipe = null;
try{
OutPutPipe outPipe= pc.createOutputPipe
(adv,t imeOut);

```

```

}Catch(Exception e){
    e.printStackTrace();
}
return outPipe;
}

```

节点在创建管道时在由搜索到的管道广告基础上建立，只有这样 JXTA 才会将两个节点进行绑定，并使用 JXTA 套接字开始传输，如图 4 所示。

数据发送端 JXTA 套接字的构造函数代码如下(其中 myShareGroup 是当前节点所在的对等组，adv

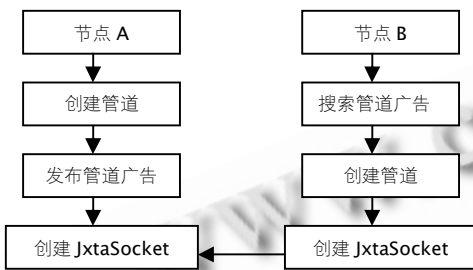


图 4 使用 JXTA 套接字进行数据传输过程

是 JXTA 所使用管道的广告):

```

JxtaServerSocket serverSocket=new
JxtaServerSocket ( PeerGroup
myShareGroup, PipeAdvertisement adv );

```

数据接收端 JXTA 套接字的构造函数代码如下:

```

JxtaSocket socket=new
JxtaSocket(PeerGroup
myShareGroup, PipeAdvertisement adv);

```

2.2.2 检索下载模块的实现

该模块的主要实体类有查询类 FileSeeker 和下载类 Filedownload, FileSeeker 类的设计简要说明如下:

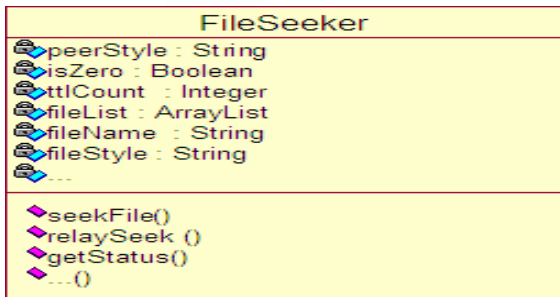


图 5 FileSeeker 类图

在图 5 中，其中 peerStyle 为节点类型，决定是否缓存邻节点信息到本地，isZero 判断查询 TTL 值是否为零，ttlCount 为当前 TTL 值，fileList 为本地缓存的邻节点的共享信息，fileName 为用户查询关键字，fileStyle 为查询类型。seekFile() 执行查询的功能方法，relaySeek () 方法实现是否转发给已知邻节点，getStatus() 供客户端代码查看查询状态。下载类 Filedownload 主要方法为 dowload (PipeAdvertisement pipeAdv, JxtaSocket socket)，该方法需要两个参数，pipeAdv 为文件共享者提供的管道广告，socket 为实现下载功能的 JxtaSocket 类型对象。

3 系统的实现结果及分析

3.1 系统的开发环境

本系统的开发基于 Eclipse3.2 版本与 JXTA2.4 开发包。数据库采用 MySql5，界面设计使用 SWT。

3.2 系统的运行效果

系统的界面（搜索界面）截图如图 6 所示。

3.3 文件共享系统的体系结构

在该系统中，数据库存储了用户的基本信息及其与此用户发布的共享文件信息及用户是否公开上传的文档的状态信息。本系统主要分为几个功能模块，用户信息管理模块，组管理功能模块，以及上文详细阐述的共享文件发布模块和共享文件检索模块。首先用户使用用户管理模块注册用户信息，该模块保存了用户的注册信息及该用户所在的组及在各个组内所发布的共享文件信息以及该共享文件信息的状态，主要功

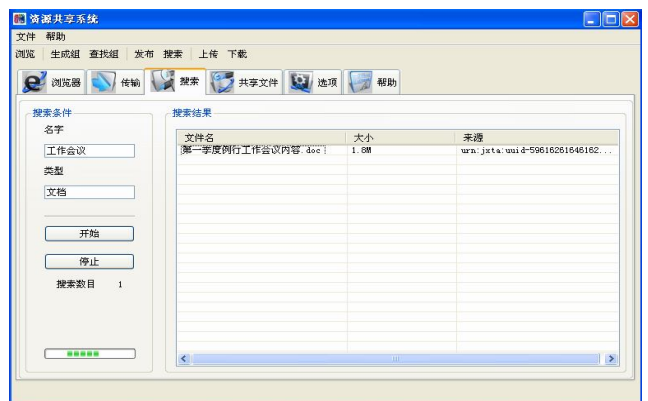


图 6 搜索界面

能就是提供给用户节点 JXTA 虚拟网络中的基本信息。组管理模块使用用户节点可以根据节点条件生成一个用户组,在这个组内,定义组内的搜索发现服务及安全机制,这项组内定义的服务对外是不透明的,只能提供给组内成员使用。在共享文件的发布模块和检索下载模块中也都需要指定当前节点属于哪个对等组,默认对等组为世界组。该两个模块是本文讨论的主要内容,前面已经详细讨论设计及其实现。系统的设计流程图如图 7 所示。

### 3.4 性能分析及改进

从扩展性上看,对于网路中的对等点数量,随着虚拟网络中的节点数目的变化,该系统均能通过身份验证并可以保持一定数量的邻对等点来保证系统能够

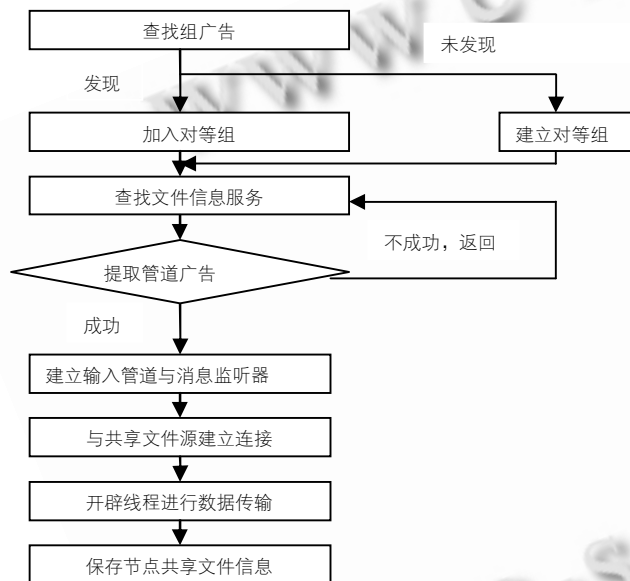


图 7 系统实现流程图

较好地运作。从效率上看,系统采用了层次化网络模型,在各个层次内进行搜索,能够保证搜索的效率。同时,采用 SRDI 服务定期的向对等点发送广告,保证 RPV 节点较快的更新本地索引。从而保证了节点在

查询搜索时的效率。从负载均衡方面来看,本系统采用动态补偿的连接方式来控制一个 RDV 节点过多的连接邻节点,使具有硬件条件的节点较好的发挥了集合点作用,并避免连接过多的邻节点。在公司内部网使用时,能较迅速的发现节点的共享信息,并在下载时使用了多线程技术,保证了较高的下载速度。

## 4 结束语

本文对 JXTA 技术的体系结构和核心协议进行了分析,并利用 JXTA 技术构建了在公网上的用于单位内部人员进行资料文件共享和传输的应用程序,详细论述了文件共享和文件搜索两个功能模块的建模方案,而且讨论了将传统的 BFS 文件搜索算法并加以改善应用在系统中。

### 参考文献

- 1 Granville L Z, da Rosa D M, Panisson A, et al. A methodology for P2P file-sharing traffic detection. *Managing Computer Networks Using Peer-to-peer Technologies*, 2005,7:62 - 68.
- 2 王瑞.基于 JXTA 的局域网文件共享系统研究[硕士学位论文].大连:大连交通大学,2006.
- 3 Liang J, Kumar R, Xi Y, Ross K. Pollution in P2P file sharing systems. *IEEE Infocom*, Miami, FL, March 2005.
- 4 黄维维,黄铭钧,陈建利,等.一种基于自配置策略的新型 Peer to Peer 平台系统. *软件学报*,2003,14(2): 237 - 246.
- 5 Drolet J, Abdounour G, Rheault M. The cellular manufacturing evolution. *Computers & Industrial Engineering*, 1996,31(1/2):119 - 142.
- 6 Hsing Mei, Chang S. PP-COSE: a P2P community search scheme. *Proceedings of the Fourth Computer and Information Technology International Conference*. 2004,9:409 - 423.